COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la nouvelle Carte de la Tunisie, à l'échelle de* $\frac{1}{200000}$; par M. F. Perrier.

M. le colonel *Perrier* offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les six premières feuilles parues de la nouvelle Carte de la Tunisie, et s'exprime en ces termes :

« La Carte de Falbe et Pricot de Sainte-Marie, gravée en 1857 au Dépôt de la Guerre, était jusqu'en ces derniers temps le seul document géographique sérieux que nous possédions sur la régence de Tunis.

» Falbe était capitaine de frégate de la marine danoise et consul général des puissances du Nord à Tunis; il venait de prendre part avec nos troupes à la première expédition de Constantine, où il avait vu opérer nos topographes militaires, lorsque, rentré à son poste, il songea à exécuter la reconnaissance topographique de la Tunisie.

» Après avoir mesuré une base de 5000^{m} dans les environs de Carthage, déterminé la latitude, ainsi que l'altitude au-dessus du niveau moyen de

la mer à la Goulette, du consulat de France à Tunis, il se mit en route pourvu d'un matériel bien modeste, mais suffisant : un sextant, un petit théodolite, une montre de poche, deux thermomètres et un baromètre Fortin.

» C'est ainsi qu'il explora, en 1837 et 1838, toute la région comprise entre la mer au nord et à l'est, Kairouan, Gilma, le Kef, Teboursouk et Mateur, exécutant, chemin faisant, des levés et des itinéraires, triangulant les sommets remarquables pour raccorder ses levés entre eux et s'arrêtant, quand il le pouvait, dans les stations intéressantes, pour y prendre une latitude et un azimut.

» De cette pérégrination, qui dura huit mois et ne fut pas toujours sans péril, Falbe rapporta tous les éléments nécessaires à l'établissement d'un canevas de triangles et à l'assemblage des levés de détail.

» Mais ces levés, outre qu'ils s'étendaient à peine sur le quart du territoire de la Régence, laissaient encore entre eux des espaces inexplorés.

» Aussi, dès l'année 1843, le Dépôt de la Guerre, soucieux de combler ces lacunes, chargea le capitaine d'état-major Pricot de Sainte-Marie de lever les régions de l'ouest, où Falbe n'avait pas pu pénétrer, et, en s'appuyant sur les travaux de Falbe, de poursuivre la reconnaissance vers le sud jusqu'aux chotts du Djerid.

» Le travail de cet officier dura plusieurs années (de 1843 à 1849) : il comprend une vingtaine de positions astronomiques directes, des itinéraires bien orientés, s'étendant sur de larges bandes de terrain, ainsi qu'un nivellement exécuté d'abord avec un baromètre de Fortin, puis avec le baromètre anéroïde, qui venait de faire son apparition dans le monde.

» C'est en combinant les travaux de Sainte-Marie avec ceux de Falbe que le Dépôt de la Guerre a pu publier la Carte à l'échelle de $\frac{1}{400000}$ qui porte le nom des deux géographes, Carte qui contient encore bien des vides, notamment vers le nord-ouest (pays des Kroumirs) et dans les massifs montagneux qu'on a été réduit à contourner, mais qui n'en constitue pas moins une première approximation bien précieuse, notamment pour les voies suivies et les chemins praticables.

» Si je signale ces travaux déjà anciens, c'est qu'ils nous ont été fort utiles dans l'établissement de la nouvelle Carte, et je suis heureux de rappeler à l'Académie les noms de ces deux vaillants explorateurs.

» Dans ces dernières années, la Tunisie a été l'objet de plusieurs travaux importants :

» En 1876, les officiers italiens reliaient la Tunisie avec la Sicile au

moyen des îles intermédiaires, Maritimo et Pantellaria, et y déterminaient un grand triangle formé par les trois sommets de Bou Saïd, Bou Rukbah et cap Bon, d'où ils recoupaient tous les sommets visibles jusqu'au Djebel Zaghouan.

» Deux ans après, en 1878, vers le mois de février, j'allais m'installer à Carthage, déjà considérée comme la station naturelle orientale du parallèle algérien, et j'y déterminais la latitude, la longitude *télégraphiquement* (1) et un azimut, en même temps que je reliais le pilier méridien avec la triangulation italienne.

» La même année et l'année suivante, avec l'autorisation gracieuse de S. A. Mohammed es Sadock, bey de Tunis, j'exécutais, secondé par quelques topographes habiles, des levés intéressants qui furent publiés bientôt après par le Dépôt de la Guerre et que je place sous les yeux de l'Académie : Environs de Tunis et de Carthage, à l'échelle de $\frac{1}{40000}$; plan de Bizerte et de ses environs, à $\frac{1}{20000}$; itinéraire de Carthage à Constantine par le Kef et Sidi Youssef, 4 feuilles à l'échelle de $\frac{1}{100000}$, le tout gravé sur pierre en trois couleurs.

» Vers le sud, nous possédions les levés récents du commandant Roudaire, les itinéraires déjà anciens de M. Duveyrier et une reconnaissance, par M. Chevarrier, de la région au sud des Chotts.

» J'avais aussi exploré la vallée de la Medjerda et la presqu'île d'Hammamet; mais que de lacunes encore à combler!

» Lorsque nos troupes pénétraient en Kroumirie, au printemps de 1881, nous n'avions encore que des renseignements très vagues sur cette province, réputée impénétrable, si voisine pourtant du territoire algérien : l'occasion parut propice pour en faire la Carte.

» Sur ma demande, des topographes furent attachés à chacune des colonnes expéditionnaires et, en même temps que ceux-ci levaient le pays occupé ou simplement parcouru, deux géodésiens en faisaient la triangulation rapide, reliée à l'ouest avec nos triangles algériens et au sud avec les anciens triangles de Falbe. C'est dans cette première campagne, où j'avais l'honneur de diriger le service géographique de l'armée, que j'ai fait appliquer avec succès la pâte et le papier chromographique à la reproduction immédiate, par trente ou quarante exemplaires, en deux et

(1) Le capitaine Defforges occupait la station conjuguée d'Alger, déjà reliée par un fil télégraphique avec le poste de Carthage.

même trois couleurs, suffisamment nets, des levés ou itinéraires exécutés dans la journée même ; ces tirages étaient distribués dans la soirée aux états-majors et aux corps de troupe.

» Je présente à l'Académie les feuilles de Tabarca et Fernana, publiées par le Dépôt de la Guerre à la fin de cette campagne (échelle de $\frac{1}{100000}$).

» A l'automne suivant, des brigades de topographes furent encore attachées aux colonnes qui, partant de Tunis et de Tebessa, convergèrent vers Kairouan. Une étendue considérable de terrain fut parcourue et levée dans cette campagne; mais les massifs montagneux, contournés ou évités par les colonnes, restaient encore à peine effleurés.

» Tous ces levés et d'autres encore, entrepris par des colonnes parties du Kef, de Gabès ou de Gafsa, étaient aussitôt reproduits par des procédés rapides au Dépôt de la Guerre, sous le titre de *Carte provisoire* ou *Carte jaune,* qui rendit de véritables services et nous permit de délimiter nettement les vides où devait désormais se porter l'activité des topographes pour obtenir enfin une Carte couvrant sans interruption le sol tunisien.

» Le moment n'était pas éloigné, du reste, où nos levés allaient être complétés d'une manière systématique. Dès les premiers mois de l'année 1882, sur la demande du général Forgemol, le Dépôt de la Guerre organisait en Tunisie cinq brigades de topographes, placées sous la direction du commandant Peigné, soit 25 officiers, non plus pour y opérer à la suite des colonnes, mais pour y prendre pacifiquement possession du sol au point de vue topographique.

» Au mois de novembre suivant, le nombre des brigades fut porté à sept, comprenant 37 officiers; et, en ce moment même, 30 officiers, répartis en six brigades, opèrent dans l'extrême sud de la Tunisie, sous la direction du commandant Lachouque, entre Gafsa, Gabès, la frontière de la Tripolitaine et la région des Chotts.

» La méthode adoptée dans l'exécution du travail est la suivante : chaque chef de brigade mesure, sur le terrain qui lui est dévolu, une base de quelques kilomètres, à la chaîne ou même au pas, et, sur cette base, détermine ensuite un petit réseau de triangles, pendant que ses officiers font les levés à la boussole. Un officier indépendant des brigades est spécialement chargé, sous la direction du chef de la Mission, de réunir entre elles les triangulations partielles par une triangulation générale rattachée elle-même à la triangulation antérieure. C'est ainsi que la Tunisie a été couverte d'un réseau continu de triangles reliés avec l'ancienne triangu-

lation de Falbe, figurés ensuite graphiquement sur une feuille générale de projections qui donne la véritable échelle des levés partiels et les ramène à une échelle commune.

» Nous avons pris comme éléments de départ de toute cette triangulation : pour les positions géographiques, les valeurs de la latitude, de la longitude et de l'azimut que j'ai obtenues à Carthage ; pour les longueurs des côtés, la valeur donnée par les Italiens pour le côté Bou-Saïd Bou-Rukbah. Le nivellement des points principaux est fait au théodolite ou à la boussole-éclimètre et, dans les levés de proche en proche, à l'aide du baromètre anéroïde. C'est le plan du niveau moyen de la mer à la Goulette qui a été adopté comme plan de comparaison des altitudes.

» Les levés sur le terrain sont exécutés à l'échelle de $\frac{1}{100000}$; telle est l'échelle des remarquables minutes que je présente à l'Académie et qu'il eût été certainement très désirable de pouvoir reproduire en véritable grandeur. Mais la Carte aurait ainsi compris un nombre considérable (80) de feuilles, et il nous a paru qu'elle aurait supposé à nos levés plus de précision qu'ils n'en comportent. L'échelle du $\frac{1}{200000}$, au contraire, semble mieux convenir à la nature de ce pays, dont la planimétrie est peu chargée; elle limite à 20 le nombre des feuilles, ce qui permet une publication plus prompte, et elle a en outre le précieux avantage d'être établie d'après les mêmes principes et dans le même système de projection que la Carte de l'Algérie au $\frac{1}{200000}$ dont elle est comme le prolongement naturel. C'est pourquoi nous l'avons adoptée pour la publication de la Carte de la Tunisie.

» La Carte entière comprendra vingt ou vingt et une feuilles : les six feuilles du nord seulement sont déjà reproduites par les procédés rapides de la photozincographie en deux couleurs. Ce n'est là, du reste, qu'une édition provisoire, destinée à satisfaire aux besoins les plus pressants des services publics; la Carte sera gravée plus tard sur zinc, tirée en six couleurs, comme la Carte d'Algérie, et ne laissera rien à désirer au point de vue de l'exécution.

» Les six feuilles du centre sont levées sur le terrain ; on procède en ce moment à la mise au net des minutes; elles seront publiées dans trois mois.

» Quant aux dernières feuilles, celles du sud, le levé s'exécute à l'heure présente et sera terminé dans quelques semaines; la publication en sera faite au mois de janvier 1885.

» Si l'on pouvait planer en ce moment au-dessus des chotts tunisiens, on apercevrait nos topographes répartis en six groupes, circulant dans des régions inhospitalières et peu sûres, où l'eau potable est rare, où déjà la chaleur est difficilement tolérable, obligés de se garder contre les ma-

raudeurs, aussi bien que contre les fièvres, mais supportant bravement et sans se plaindre les misères et les périls de cette vie nomade, et trouvant en eux-mêmes, loin du monde, dans la seule satisfaction de l'accomplissement d'un devoir, la force de surmonter les difficultés et les dangers semés sur leur route.

» Ainsi, dans l'espace de quatre années, grâce à l'organisation systématique de nos brigades, grâce au dévouement de nos officiers, l'exploration topographique de la Tunisie a pu être menée à bonne fin. La Carte nouvelle constitue, pour tous les services publics, un document précieux, et sera très utilement consultée, en attendant que nous puissions, la Carte d'Algérie terminée, effectuer un levé précis de la Régence, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$. »

CHIMIE. — *Vitesse relative de combustion des mélanges gazeux détonants;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« Dans le cours de nos expériences, nous avons pris soin de noter chaque fois le temps nécessaire pour que la pression développée pendant les explosions à volume constant atteignît son maximum : cette observation est inscrite dans nos courbes. L'inégalité de ces temps est fort importante : en effet, la pression maxima observée dans une capacité donnée est toujours inférieure à la pression qui se développerait si le système conservait la totalité de la chaleur due à la réaction; car il y a toujours une perte, due au contact des parois et au rayonnement. L'écart est d'autant plus grand que la capacité est plus petite, c'est-à-dire que la masse du gaz est moindre par rapport à celle du vase qui le renferme. Or plus la combustion est lente, plus cette cause d'erreur tend à s'exagérer. La durée des combustions est d'ailleurs fort inégale en fait : elle répond à l'état variable (*Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 160) qui se produit à l'origine des phénomènes et elle est intermédiaire entre le régime de détonation (vitesse de l'onde explosive, soit 2810^{m} par seconde pour l'hydrogène; 1089^{m} pour l'oxyde de carbone) et le régime de combustion ordinaire (34^{m} pour le premier gaz, 1^{m} pour le second, d'après Bunsen). Le ralentissement comparatif croît avec la durée même de la combustion.

» Nos observations ont été faites dans trois récipients distincts, l'un de 300^{cc}, l'autre de 1500^{cc}, un dernier de 4^{lit}. Commençons par la bombe de 4^{lit}. Elle était de forme cylindrique et percée suivant son axe de deux trous, portant l'un un ajutage tubulaire long de 63^{mm}, d'un diamètre égal à 5^{mm}, et à l'extrémité duquel se produisait l'étincelle qui enflammait les mé-

langes; l'autre, un tube logeant le piston enregistreur. Celui-ci faisait une saillie de 32^mm à l'intérieur. La longueur de l'axe intérieur de la bombe était de 217^mm; par suite, la distance du point d'inflammation à la base du piston, soit $217 + 63 - 32 = 248^{mm}$, dont 185^mm dans la bombe même. Telle est la distance maxima que la flamme ait à parcourir avant d'arriver au piston, du moins tant que celui-ci ne s'est pas déplacé.

» La bombe de 1^lit,500 est sphérique et percée semblablement suivant un diamètre horizontal; la longueur de l'ajutage d'inflammation $= 53^{mm}$, le diamètre de la bombe, 142^mm; la saillie du piston, 32^mm. La distance initiale du point d'inflammation à la base du piston $= 142 + 53 - 32 = 163^{mm}$, dont 110^mm dans la bombe même.

» La bombe de 300^cc est de forme cylindrique : l'une de ses bases est plane; c'est celle qui supporte le piston enregistreur, faisant saillie de 32^mm; l'autre base est hémisphérique, convexe à l'extérieur; l'ajutage est percé à la jonction des parties sphérique et cylindrique; il est long de 60^mm. La distance initiale du point d'inflammation à la base du piston se mesure suivant une ligne oblique à l'axe et est longue de 128^mm, dont 68^mm dans la bombe même.

» Dans tous les cas, le maximum était atteint lorsque le piston avait reculé de 20^mm environ.

» Dans les expériences faites avec le bioxyde d'azote et le cyanogène, on a eu recours à l'inflammation centrale, la flamme s'éteignant dans l'ajutage. Dans ce cas, la distance initiale entre le point d'inflammation et la base du piston se réduisait à peu près à 21^mm.

» Voici les temps écoulés, exprimés en millièmes de seconde, entre le moment de l'inflammation et celui de la production du maximum de pression.

I. — *Influence de la grandeur du récipient. Temps écoulé (en millièmes de seconde).*

Nature du mélange.	Bombe de 300^cc.	1500^cc.	4000^cc.
$H^2 + O^2$	1,04	»	2,14
$H^2 + O^2 + H^2$	1,67	»	4,22
$H^2 + O^2 + Az^2$	2,67	»	6,87
$C^2O^2 + O^2$	12,86	»	15,51
$C^4H^4 + O^{12}$	2,86	»	2,23
$C^4Az^2 + O^8$	1,55	4,50	»
$C^4Az^2 + O^4 + \frac{3}{2}Az$	3,20	2,74	»
$C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$	10,35	15,12	»

On voit qu'en général le maximum exige un temps d'autant plus long que la capacité de la bombe est plus grande et l'intervalle entre le point d'inflammation et la base du piston plus considérable. Cependant il y a quelques irrégularités, dues aux perturbations qui se produisent au voisinage du point d'inflammation.

II. — *Influence de la composition du mélange. Mélanges simples à combustion totale. Bombe de* 300^{cc}.

$H^2 + O^2$......	1,04	$H^2 + Az^2O^2$.....	2,06	$C^4H^2 + O^{10}$...	1,94
$C^2O^2 + O^2$...	12,86	$C^2O^2 + Az^2O^2$...	15,39	$C^4H^4 + O^{12}$...	2,86
$C^4Az^2 + O^8$...	1,55	$C^4Az^2 + 4Az^2O^2$.	4,53	$C^4H^6 + O^{14}$...	0,83
				$2C^2H^4 + O^{16}$...	1,24

» L'oxyde de carbone est plus lent que l'hydrogène, conformément à ce que l'on sait; le rapport des temps (12,3) étant intermédiaire entre le régime de détonation (2,6) et le régime de combustion ordinaire (34).

» Pour le cyanogène et les carbures très hydrogénés, la vitesse diffère peu de celle de l'hydrogène, conformément aux rapports de vitesse déduits des ondes explosives (cyanogène, 1,3 d'après l'onde, au lieu de 1,5; formène, 1,23 d'après l'onde, au lieu de 1,2; méthyle, 1,2 d'après l'onde, au lieu de 0,8, etc.). C'est donc toujours la vitesse de translation des molécules gazeuses qui règle le phénomène. L'emploi du protoxyde d'azote à la place de l'oxygène ralentit l'action.

» La vitesse absolue est difficile à évaluer. Si l'on admet, pour se faire une idée de la vitesse relative, que la flamme atteint le piston au moment du maximum, la vitesse serait de 100^m environ par seconde pour l'hydrogène; de 8^m environ pour l'oxyde de carbone; de 70^m pour le cyanogène; elle tomberait à la moitié pour l'hydrogène brûlé par le protoxyde d'azote, au tiers pour le cyanogène brûlé par le même gaz, etc.

III. — *Influence d'une combustion plus ou moins complète* (300^{cc}).

$C^4Az^2 + O^8$............	1,55	$C^4Az^2 + O^4$............	1,06
$C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$......	15,4	$C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$......	10,35

» Il ne paraît pas que la combustion totale du cyanogène s'effectue en deux temps, en formant d'abord en totalité de l'oxyde de carbone qui brûlerait ensuite; car la combustion totale est beaucoup plus rapide que la somme des deux effets séparés. Cependant la combustion incomplète est la plus rapide, peut-être à cause de l'existence d'une dissociation partielle qui ralentit la combustion totale.

IV. — *Influence d'un excès de l'un des composants* (4^{lit}).

$H^2 + O^2$	2,14		
$H^2 + O^2 + \frac{1}{39} H^2$	2,27		
$H^2 + O^2 + \frac{1}{19} H^2$	2,53		
$H^2 + O^2 + \frac{1}{9} H^2$	2,41		
$H^2 + O^2 + \frac{1}{2} H^2$	2,82		
$H^2 + O^2 + H^2$	4,22	$H^2 + O^2 + O^4$	8,16
$H^2 + O^2 + 2H^2$	5,95		
$H^2 + O^2 + 3H^2$	9,67	$H^2 + O^2 + 3O^4$	16,04

La combustion est ralentie en raison de l'excès du gaz qui ne brûle pas; l'influence retardatrice de l'oxygène total étant à peu près double de celle de l'hydrogène à volumes égaux : ce qui répond à la vitesse de translation plus grande des molécules du premier gaz.

V. — *Influence des produits de la combustion* (300^{cc}).

$C^2O^2 + O^2$	12,86	$C^4Az^2 + O^4$	1,06
$C^2O^2 + O^2 + \frac{1}{2} C^2O^4$	27,18	$C^4Az^2 + O^4 + \frac{3}{4} C^2O^2$	3,64
$C^2O^2 + O^2 + C^2O^4$	35,8	$C^4Az^2 + O^4 + 2C^2O^2$	6,44

» Ralentissement de plus en plus marqué; triple pour un volume égal d'acide carbonique, dans un cas, et sextuple pour un volume égal d'oxyde de carbone, dans l'autre cas. On voit comment, dans le régime de combustion ordinaire, la propagation de la combustion est ralentie par le mélange des gaz déjà brûlés.

VI. — *Influence d'un excès de gaz inerte.*

Bombe de 4^{lit}.

$H^2 + O^2$	2,14
$H^2 + O^2 + \frac{1}{9} Az^2$	2,86
$H^2 + O^2 + \frac{1}{4} Az^2$	3,55
$H^2 + O^2 + Az^2$	6,87
$H^2 + O^2 + 2Az^2$	11,98
$H^2 + O^2 + 3Az^2$	24,45
$H^2 + O^2 + 4Az^2$	36,35

Bombe de 300^{cc}.

$C^2O^2 + O^2$	12,86	$C^4Az^2 + O^8$	1,55	$C^4Az^2 + O^4$	1,05
$C^2O^2 + O^2 + \frac{1}{2} Az^2$	17,78	$C^4Az^2 + O^8 + Az^2$	6,09	$C^4Az^2 + O^4 + \frac{3}{4} Az^2$	3,20
$C^2O^2 + O^2 + Az^2$	26,49	$C^4Az^2 + O^8 + 2Az^2$	15,4	$C^4Az^2 + O^4 + 2Az^2$	10,35
				$C^4Az^2 + O^4 + 3Az^2$	23,63
				$C^4Az^2 + O^4 + 4Az^2$	29,78

» L'azote ralentit la combustion de l'hydrogène et celle de l'oxyde de carbone, la première suivant une proportion plus forte; ceci montre que le phénomène n'est pas dû seulement à l'abaissement de température, qui est à peu près le même dans les deux cas, mais aussi à l'inégalité plus grande entre les vitesses de translation des molécules gazeuses.

» L'influence du gaz inerte s'exerce à la fois en abaissant la température de combustion, ce qui diminue la vitesse de translation des molécules, et en diminuant le nombre des rencontres efficaces entre molécules susceptibles d'une action réciproque. Ainsi l'azote en excès notable retarde plus que les deux composants. A volume triple, dans le mélange oxyhydrique, les temps ont été trouvés proportionnels à 10 pour l'hydrogène, 16 pour l'oxygène, 24 pour l'azote. La présence d'un excès de l'un des produits retarde encore davantage : ainsi l'acide carbonique retarde plus que l'azote la combustion de l'oxyde de carbone.

» Dans tous ces effets interviennent aussi l'inégalité des chaleurs spécifiques (pour C^2O^4) et les changements de dissociation, produits par la présence des composants ou des produits.

VII. — *Systèmes isomères* (300cc).

$H^2 + Az^2 + O^2$......	2,67	$C^2O^2 + Az^2 + O^2$.......	26,5
$H^2 + Az^2O^2$........	2,06	$C^2O^2 + Az^2O^2$.........	15,4
$C^4Az^2 + O^8$........	1,55	$C^4H^6 + O^{14}$...........	0,83
$2C^2O^2 + Az^2 + O^4$..	1,78	$C^4H^4 + H^2 + O^{14}$......	1,37

» La combustion est plus lente dans les systèmes moins condensés, qui sont en même temps ceux qui dégagent le moins de chaleur : double cause qui diminue à la fois la vitesse de translation et la probabilité des rencontres efficaces de molécules.

VIII. — *Mélange de deux gaz combustibles.*

$H^2 + O^2$............	1,04	$C^4H^4 + O^{12}$.........	2,86
$C^2O^2 + O^2$..........	1,29		
$H^2 + \frac{1}{2}C^2O^2 + O^3$....	2,57	$C^4H^4 + H^2 + O^{14}$.....	1,37
$H^2 + \frac{2}{3}C^2O^2 + O^{3\frac{1}{3}}$...	1,39		
$H^2 + C^2O^2 + O^4$.....	3,88		
$H^2 + 2C^2O^2 + O^6$....	4,14		

» La vitesse de combustion n'est la moyenne dans aucun cas. Mais les deux gaz paraissent tendre à brûler séparément, chacun avec sa vitesse propre. Il en résulte que le maximum de pression observé ne répond pas

à un état uniforme de combinaison du système : par suite, il se produit avec certaines irrégularités, et il est inférieur à ce qu'il devrait être. Ainsi l'oxyde de carbone et l'hydrogène, brûlés séparément par l'oxygène, donnent sensiblement une même pression, $10^{atm},1$ pour l'un, $9^{atm},9$ pour l'autre. Pour tous les mélanges, on devrait avoir la moyenne; tandis que l'expérience a conduit à des chiffres plus faibles, soit 8,7 à volumes égaux. Mêmes remarques pour le cas de l'éthylène mêlé d'hydrogène comparé à l'éthylène : la vitesse de combustion semble indiquer que l'hydrogène brûle d'abord.

IX. — *Carbures d'hydrogène (éléments combustibles combinés)*, 300^{cc}.

$C^4H^2 + O^{10}$.....	1,94	$C^4H^6O^2 + O^{12}$.....	1,42
$C^4H^4 + O^{12}$.....	2,86	$C^8H^{10}O^2 + O^{24}$.....	2,89
$C^4H^6 + O^{14}$.....	0,83		
$C^2H^4 + O^8$......	1,24		

» La vitesse de combustion des gaz très hydrogénés est fort voisine de celle de l'hydrogène : ce qui semble indiquer que l'hydrogène brûle avant le carbone, même dans les combustions totales. Ces effets interviennent dans les équilibres momentanés résultant d'une combinaison incomplète : telle que la répartition de l'oxygène entre deux combustibles mélangés, oxyde de carbone et hydrogène par exemple; ou bien entre le carbone et l'hydrogène associés au sein d'un carbure; ou bien encore la répartition de l'hydrogène entre deux comburants, tels que le chlore et l'oxygène. Cette répartition, dans les premiers moments, dépend de la vitesse relative des combinaisons, et elle peut être fort différente de l'équilibre définitif, qui s'établirait dans le même système maintenu à température constante pendant un temps convenable. Un système brusquement refroidi, tel que celui que l'on obtient après détonation, ne fournit pas de mesures réelles des affinités, parce qu'il peut offrir une tout autre répartition d'éléments : circonstance dont il n'a pas toujours été tenu un compte suffisant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la solution d'une classe très étendue d'équations en quaternions.* Note de M. **Sylvester**.

« L'équation parfaitement générale du deuxième degré en quaternions sera de la forme

$$\Sigma(axbxc + dxe) + f = 0$$

et admettra seize solutions, qu'on pourrait obtenir d'une manière di-

recte au moyen de quatre équations, chacune du deuxième degré, contenant les quatre éléments de x comme inconnus. De même, l'équation en quaternions ou en matrices du deuxième ordre du degré ω admettra ω^4 solutions. Parmi ces formes générales, on peut distinguer celles dans lesquelles tous les quaternions donnés se trouvent du même côté du quaternion cherché, par exemple $ax^2 + bx + c = 0$. On peut nommer de telles équations *équations unilatérales*. Hamilton a considéré le seul cas de l'équation quadratique (Voir *Lectures on Quaternions*, art. 636, p. 631-2), et a déterminé le nombre (6) des racines.

» Or, je trouve que ma méthode générale de traiter les matrices amène directement à la solution d'une équation unilatérale d'un ordre quelconque ω (c'est-à-dire la fait dépendre de la solution d'une équation algébrique ordinaire) et donne sans la moindre difficulté et sans aucun effort d'invention le nombre des racines. Ce nombre est exprimé par la fonction $\omega^3 - \omega^2 + \omega$, de sorte que le nombre des racines, pour ainsi dire évanouies par suite de l'unilatéralisme de la forme, est $\omega^4 - \omega^3 + \omega^2 - \omega$, c'est-à-dire $(\omega^2 - \omega)(\omega^2 + 1)$. On comprend bien qu'en certains cas le nombre des racines subit une réduction; par exemple, le nombre des racines de $x^\omega + l = 0$ est ω^2 et celui de $x^\omega + kx + l = 0$ est $2\omega^2 - \omega$. Il semble que le nombre, pour l'équation

$$x^\omega + p_\theta x^\theta + p_{\theta-1} x^{\theta-1} + \ldots + p_0 = 0,$$

doit être $(\theta + 1)\omega^2 - \theta(\omega)$, lequel, quand $\theta = \omega - 1$, devient le nombre général $\omega^3 - \omega^2 + \omega$. Les détails de ce petit travail seront donnés dans un prochain numéro du *London and Edinburgh Philosophical Magazine*. »

M. **Daubrée** donne lecture de la Notice suivante sur les travaux de M. *Sella*, Correspondant de la Section de Minéralogie, qui vient d'être enlevé à la Science :

« L'Académie vient d'être frappée d'une perte bien inattendue dans la personne de l'un de ses plus éminents Correspondants. M. Sella, qui nous appartenait par la Section de Minéralogie, a succombé, à Biella, le 14 de ce mois, à une courte maladie.

» Quintino Sella était né en 1827, à Mosso, bourg de l'arrondissement de Biella (Piémont), dans une riche famille manufacturière qui avait contribué aux progrès de l'industrie des draps. Après ses études secondaires à Biella, il devint un élève des plus distingués de l'Université de Turin et,

après avoir été reçu ingénieur, il fut envoyé, en 1849, à l'École des Mines de Paris, pour y compléter son instruction. Il y fut bientôt remarqué, non seulement par ses condisciples, mais aussi par ses maîtres, et particulièrement honoré des conseils et de l'amitié de l'un des plus illustres, de Senarmont, bon appréciateur du mérite, s'il en fut. De retour en Piémont, il fut nommé membre du Conseil supérieur des Mines.

» Tout en s'acquittant de son service, il ne tarda pas à publier des recherches extrêmement remarquables de cristallographie. A l'occasion de sa belle monographie des formes cristallines de trois minéraux rhomboédriques, de l'argent rouge, du quartz et de la calcite, il parvient à exprimer les relations entre les diverses formes d'une même espèce, à l'aide des diamètres conjugués d'ellipsoïdes inscrits dans la forme fondamentale de chaque type cristallin.

» Dans ses études sur les mâcles des cristaux de calcite, de dolomie et de quartz de Traverselle, il s'attache à rechercher les lois de groupement et la direction des axes d'assemblage des individus composants, question qui l'a sans cesse préoccupé comme étant de première importance pour éclairer la constitution moléculaire des corps.

» Le bore adamantin, obtenu par notre regretté Confrère Henri Sainte-Claire Deville, est reconnu par Sella comme appartenant au système quadratique et étant isomorphe avec l'étain.

» L'examen des formes cristallines et des caractères optiques de quelques sels dérivés de l'ammoniaque, et notamment les phosphines, ont conduit M. Sella à rechercher les relations qui peuvent exister entre la constitution chimique et quelques-unes des propriétés physiques des corps, les composés organiques lui paraissant particulièrement propres à mettre ces relations en évidence. Il montre, par exemple, dans les iodures la substitution de molécules d'une constitution très complexe à une molécule d'un corps simple comme l'argent.

» D'autres Mémoires sur les caractères géométriques des cristaux, sur la position de leurs axes de symétrie, sur les changements d'axes dans un système cristallin, sur les formes cristallines des sels de platine, de la pyrite de l'île d'Elbe, de l'anglésite de Sardaigne, de la savite, sont bien connus aussi des minéralogistes. Il en est de même de son étude du tripsomètre, instrument destiné à mesurer la dureté des corps.

» Nommé professeur de Minéralogie et de Géologie dans la nouvelle École des ingénieurs de Turin, il dota cette École d'une collection de minéraux qui en est un des plus précieux ornements.

» Lorsque le Piémont, séparé de la France par la haute chaîne des Alpes, entreprit de couper cette barrière, le Gouvernement sarde ne se mit à l'œuvre qu'après de longues et sérieuses études, dans lesquelles il s'entoura de toutes les lumières que pouvaient lui fournir la Science et la pratique la plus consommée. Des explorations faites à partir du Simplon avaient appris que la communication la plus directe se trouve placée entre Bardonèche et Modane. De plus, Élie de Beaumont et Angelo Sismonda, après une étude attentive de la constitution des roches que le percement devait rencontrer, avaient reconnu qu'elles ne présentent pas d'obstacles sérieux à la perforation. Mais le grand et difficile problème était encore loin d'une solution pratique : il fallait trouver des procédés d'exécution. Aidé par d'ingénieuses idées de notre savant Correspondant, M. Colladon, trois ingénieurs dont la mémoire sera conservée, Sommeiller, Grattone et Grandis, combinèrent un système complet, propre à pouvoir simultanément ventiler, perforer et déblayer. Le programme à réaliser s'appuyait sur une nouvelle machine désignée sous le nom de « compresseur hydraulique ». Il importait de s'assurer, par une série d'expériences préalables, que des moyens si nouveaux assureraient le succès; car la possibilité de transmettre à distance le travail de l'air comprimé avait été mise en doute par beaucoup de savants. M. Sella fit partie de la Commission qui fut instituée à cet effet et dont un savant éminent, M. le général Menabrea, fit, en 1858, connaître à notre Compagnie [1] les résultats dans un Rapport encourageant et plein d'intérêt. « Le percement des Alpes, est-il dit dans ce re-
» marquable écrit, en corrélation avec la coupure de Suez, se fera malgré
» les grands obstacles qui s'y opposent : par ces deux grandes opérations,
» un nouvel avenir s'ouvre à l'Europe. »

» M. Sella s'annonçait ainsi avec éclat dans la Science, lorsqu'il en fut distrait par son entrée dans la vie politique. En 1860, il fut élu député, et il n'a cessé depuis lors d'appartenir à la Chambre. Dans cette nouvelle carrière, il continua à montrer, en même temps qu'un dévouement complet à la chose publique, la netteté d'esprit, l'exactitude et la perspicacité dont il avait antérieurement donné des preuves. Comme Ministre des Finances, dont il tint trois fois le portefeuille de 1861 à 1873, dans des circonstances très difficiles, il fit preuve, non seulement de grandes connaissances économiques et d'une aptitude spéciale, mais aussi d'un véritable courage civil, en proposant et en faisant accepter, malgré l'impopularité qui s'y rat-

[1] *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1195; 1858.

tachait, des impôts fort lourds, mais nécessaires pour rétablir l'ordre dans les finances. Grâce à l'introduction d'un mécanisme mesureur, il parvint à rendre acceptable aux populations l'impôt sur la mouture, qui, antérieurement confié à des commis, provoquait des abus et des vexations. On lui doit aussi l'établissement en Italie de caisses d'épargne postales, bien avant qu'il y en eût en France.

» Dans la haute situation où son mérite l'avait porté, M. Sella ne cessa jamais de rendre à la Science des services de toutes sortes et même de la cultiver dans ses instants de loisir. Témoin le bel ouvrage sur les conditions de l'industrie des mines dans l'île de Sardaigne, qu'il publia en 1871, pour répondre à une mission qu'il avait reçue du Parlement. Après avoir exposé les conditions géologiques dans lesquelles se trouvent les grandes richesses métalliques de cette île, exploitées déjà par les Carthaginois et les Romains et sans doute, plus anciennement encore, par les Phéniciens, l'auteur en examine les conditions économiques et propose des mesures pour en développer l'activité : voies de transport, concessions de terrains, école de mineurs, carte géologique du pays et dispositions législatives.

» Le Comité chargé de l'exécution de la carte géologique de l'Italie et la Société géologique lui sont en grande partie redevables de leur fondation. A Turin, il concourut à la création de l'École d'application des ingénieurs qui fut installée dans un splendide palais, le Valentin, de même qu'il le fit pour les musées d'Histoire naturelle de cette ancienne capitale.

» La réorganisation de l'Académie royale des Lincei, fondée à Rome en 1603, la plus ancienne des Sociétés savantes de l'Europe et dont l'histoire a de belles pages, est, pour ainsi dire, son œuvre. Depuis qu'il en accepta la présidence, en mars 1874, il la transforma, et en fit le foyer intellectuel de l'Italie. Sur son initiative, les dotations en furent considérablement augmentées : des prix furent fondés, tant sur le budget de l'État que sur la cassette royale; les publications annuelles, naguère très restreintes, acquirent une importance considérable et reconnue de tous. Si l'Académie vient tout récemment de changer sa modeste installation du Campidoglio contre le magnifique palais Corsini, elle le doit non moins à la libéralité de la municipalité romaine qu'à la puissante influence de celui qui fut son président pendant dix ans et jusqu'au jour de sa mort.

» Sa haute intelligence et son infatigable activité se sont manifestées encore dans des directions très diverses. A part ses connaissances variées dans l'industrie, qui se sont hautement manifestées, lors de l'exposition de

Milan, en 1881, outre ses goûts littéraires, il était amateur fervent des courses de montagnes, et il laissera un souvenir parmi les alpinistes, non seulement par son intrépidité et son adresse dans les ascensions les plus ardues, mais aussi pour son rôle dans la fondation du Club alpin d'Italie dont il était Président à vie. On devait espérer que la robuste constitution qui, il y a peu de temps encore, bravait tant de fatigues ne serait pas si prématurément brisée. D'ailleurs il savait rattacher à ces agréables et utiles exercices des travaux d'un ordre scientifique, comme le montre son récit de l'ascension du mont Viso et ses remarques sur la constitution géologique de la majestueuse pyramide du Cervin, qu'il avait voulu gravir, dès 1865, et qu'il escalada, en 1877, accompagné de trois de ses fils.

» Sa conversation était pleine d'esprit; sa parole était facile; son éloquence, logique, persuasive, sans emphase, avait un caractère humoristique. Homme d'une aménité rare, d'une sûreté de relations à toute épreuve, d'une grande dignité et pourtant d'une simplicité de mœurs à laquelle il a voulu que ses funérailles se conformassent, M. Sella laisse un vide immense, dans la science, dans son pays, qui attendait encore beaucoup de lui, et dans le cœur de ses nombreux amis, sans distinction de nationalité. »

M. H. **Bouley** fait hommage à l'Académie d'un nouveau Volume de ses Leçons de Pathologie comparée, professées au Muséum d'Histoire naturelle. Ce Volume a pour titre « La nature vivante de la contagion; contagiosité de la tuberculose ».

M. **de Lesseps** fait hommage à l'Académie de deux Opuscules qu'il vient de publier sous les titres « Souvenirs d'un voyage au Soudan » et « L'Abyssinie ».

M. **Faye** présente à l'Académie, de la part de son Associé étranger, S. M. l'Empereur du Brésil, le deuxième Volume des « Annales de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro ».

« Ce beau Volume comprend quatre parties : les Observations méridiennes, les Mémoires, les Documents chronométriques, la Météorologie.

» Les premières se réduiront aux observations zénithales, tant que l'observatoire de Rio restera dans sa situation actuelle. Du moins ces observations, étendues jusqu'aux étoiles de 9e grandeur, donneront les po-

sitions parfaitement exactes d'un grand nombre d'étoiles du ciel austral, réparties sur une zone de près de 1° d'amplitude.

» Les Mémoires actuellement publiés ont tous été adressés en leur temps à l'Académie et insérés dans les *Comptes rendus*. Il suffit donc de rappeler ici qu'ils portent sur une foule de points intéressants d'Astronomie physique, sur la planète Mars dont le volume présente de très beaux dessins, et particulièrement sur les grandes comètes du ciel austral qui ont été suivies avec tant de zèle et de succès à l'observatoire de Rio.

» La partie chronométrique n'est pas sans intérêt pour la France. A côté des nombreux chronomètres d'origine anglaise, on est heureux de voir que ceux de nos habiles constructeurs, Barraud, Breguet, Leroy et Vissière, tiennent la place la plus honorable et soutiennent parfaitement la comparaison. J'oserai dire, sans craindre d'être accusé de vanité nationale, que si, dans la colonne des observations, on rencontre des marches d'une régularité frappante, c'est ordinairement le nom d'un constructeur français qui se trouve placé en regard.

» Enfin, les observations météorologiques sont publiées sous la forme la plus claire. Les diagrammes qui y sont joints mettent en relief la constance et la régularité du climat de Rio. J'ai été particulièrement frappé de la concordance des marches du baromètre et de la température moyenne du jour; cet accord est tel, au Brésil, qu'il suffirait presque de renverser l'une des courbes pour obtenir l'autre.

L'Académie accueillera avec satisfaction le don que veut bien lui faire son illustre Associé; elle a constamment applaudi aux services que l'empire du Brésil ne cesse de rendre aux sciences dans toutes les directions; les *Annales de l'Observatoire de Rio-Janeiro* témoignent une fois de plus que l'Astronomie ne risque pas d'être négligée dans cette grande et importante partie du monde civilisé. »

M. **Albert Gaudry**, en présentant, au nom de Sir *Richard Owen*, notre Associé étranger, une Note sur la découverte d'un Mammifère dans le trias, s'exprime comme il suit :

« L'illustre Associé de l'Académie, dans sa quatre-vingtième année, poursuit avec plus d'ardeur que jamais ses recherches paléontologiques. Chacun sait que, parmi ses vastes travaux, on peut citer en première ligne ses Mémoires sur les Reptiles du trias de l'Afrique australe; il y a à Londres une étonnante collection de ces vieux Vertébrés dans l'incomparable Musée

de Paléontologie qui vient d'être installé à South Kensington; certains d'entre eux ont révélé quelque tendance vers le type mammifère. Aujourd'hui ce ne sont plus des Reptiles que Sir Richard Owen signale dans le trias de l'Afrique australe, c'est un Mammifère : il a pu étudier la plus grande partie de son crâne. On n'avait jamais, jusqu'à présent, trouvé un exemplaire aussi grand et aussi complet d'un Mammifère si ancien. Son nom de *Tritylodon* fait allusion à la disposition de ses dents molaires (τρεῖς, trois; τύλος, protubérance; ὀδών, dent). C'est du Stereognathus de l'oolithe que le Mammifère du trias africain est le moins éloigné. Il diffère tellement de tous les autres animaux connus qu'il ne saurait jeter aucune lumière sur les parentés des anciens Mammifères. Je rapporte de Londres un moulage de ce curieux fossile qui m'a été donné par M. Henry Woodward pour le Muséum de Paris; je le mets sous les yeux de l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. **Decharme** adresse de nouveaux détails complétant l'observation du coup de foudre *globulaire* dont il a déjà entretenu l'Académie.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. **Prébois** adresse une Note relative à un ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. C.-F. **Lechien** exprime le désir que ses appareils d'éclairage de sûreté soient soumis à l'examen de la Commission des prix Montyon.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. A. **Bouquet de la Grye** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *Y. Villarceau*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Alf. Grandidier** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section.)

ASTRONOMIE. — *Application de la lampe à incandescence à l'éclairage des instruments astronomiques.* Note de M. G. **Towne**, présentée par M. Wolf.

« Je suis parvenu à appliquer avec succès la lampe électrique à incandescence à l'éclairage des fils du réticule de mon cercle méridien et de mon équatorial, ainsi qu'à la lecture des verniers de ces lunettes. Deux lampes me suffisent pour mon observatoire.

» Pour mon équatorial une lampe est à demeure fixe; elle consiste, ainsi qu'on le sait, en un petit globe en verre, de la grosseur d'une noix, dans lequel se trouve un filament de charbon. Cette lampe est disposée dans un tube en cuivre de $0^m,08$ de longueur sur $0^m,04$ environ de diamètre. A l'orifice du tube qui fait face à la lunette est sertie une glace qui empêche la chaleur de pénétrer dans la lunette; à l'autre extrémité est fixé un bouchon en cuivre sur lequel s'ajustent à frottement doux les deux conducteurs souples qui amènent le courant. Ce tube, qui contient tout le système, est vissé sur la lunette équatoriale, en face d'un diaphragme mobile réfléchissant, formant couronne. Ce diaphragme est monté sur pivot et permet, au moyen d'un bouton placé à l'extérieur de la lunette, de régler la lumière jusqu'à obscurcissement complet du champ.

» L'autre lampe, placée dans une petite lanterne spéciale (système Bardoux), me sert alternativement à l'éclairage des fils du cercle méridien et à la lecture des verniers de ces lunettes. Les fils conducteurs sont placés à une certaine hauteur, et disposés de façon à ne pas gêner mes mouvements pendant les observations.

» Un commutateur permet d'éclairer instantanément l'une ou l'autre de ces lampes. J'obtiens le réglage de la lumière par la variation de l'intensité du courant, en immergeant plus ou moins profondément les éléments de la pile Trouvé ($4^{él}$ me suffisent), tout en conservant le réglage par le diaphragme réfléchissant.

» Grâce à ce système d'éclairage, qui permet l'occlusion complète de la lampe, et à la disposition particulière de la lanterne, je puis intercepter tout rayon lumineux, ce qui est inappréciable dans les observations astronomiques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ombres portées par les facules sur la pénombre des taches solaires.* Note de M. **E.-L. Trouvelot**, de l'Observatoire de Meudon, présentée par M. Janssen.

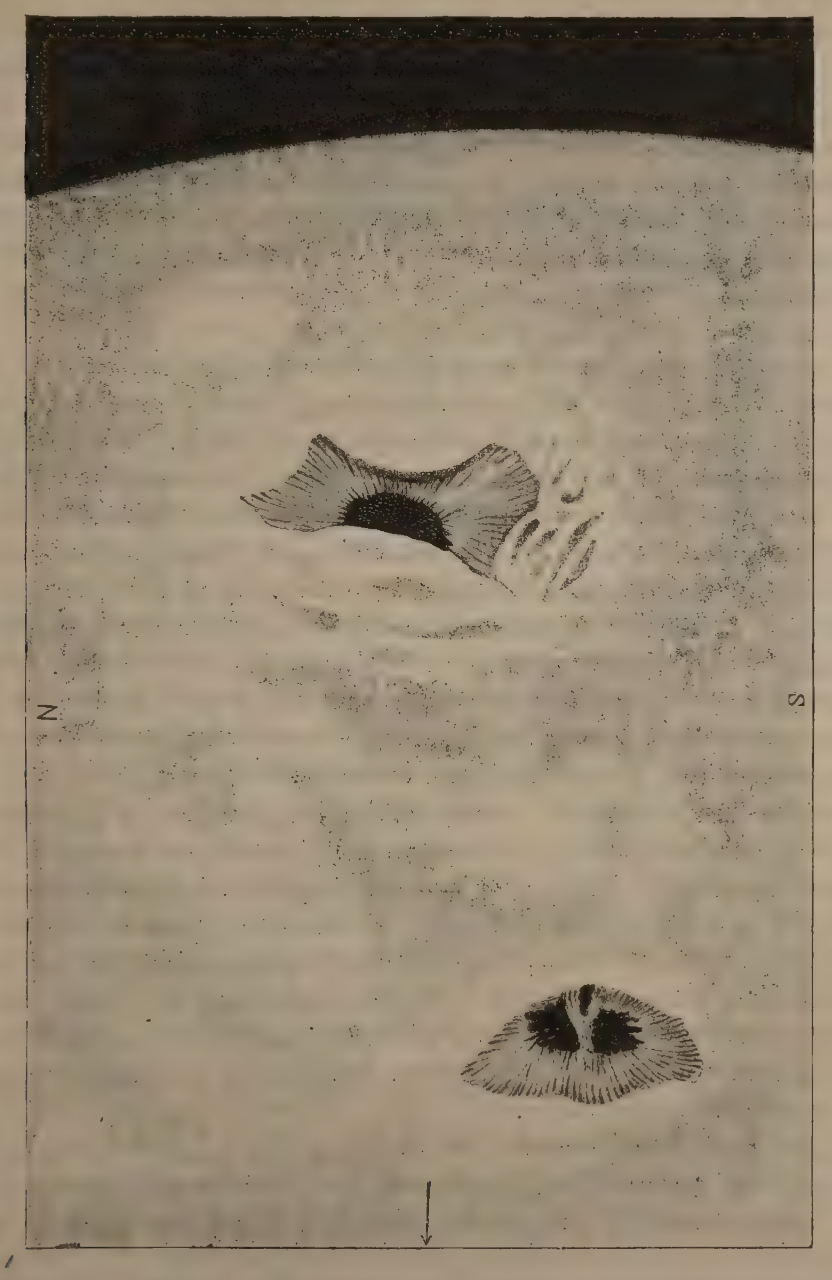
« Le 26 mai 1878, à $9^h 30^m$ du matin, temps moyen de Cambridge, Massachusetts, j'observais un groupe important de taches solaires qui était situé à 63°, près du limbe oriental. Ce groupe, représenté par la figure ci-jointe, était composé de deux grandes taches, reliées entre elles vers le nord par des facules brillantes. La plus grande de ces taches, qui était la plus proche du limbe solaire, l'avait traversé la veille dans la matinée, et n'en était par conséquent pas encore fort éloignée.

» Cette tache était envahie sur tout son pourtour, mais principalement à l'est et à l'ouest, par des facules massives très brillantes qui, s'avançant de part et d'autre au-dessus d'elle, recouvraient plus des deux tiers de sa surface totale. La partie visible de cette tache n'apparaissait que par l'étroite ouverture, dirigée du nord au sud, qui était laissée entre les facules. Sur les côtés occidental et méridional de la tache, les masses faculaires commençaient déjà à se rompre, comme l'indiquaient les taches grisâtres qui, quelques heures plus tard, étaient converties en véritables trouées, par lesquelles on distinguait la pénombre avec ses filets caractéristiques. A l'est de la tache, la facule formait, au contraire, une masse compacte et continue, sur laquelle on ne distinguait aucun indice de solution de continuité. Bien qu'elle fût de toute part recouverte par les facules, la bordure extérieure de la pénombre était cependant parfaitement indiquée par les facules elles-mêmes, qui formaient une ellipse lumineuse très bien définie, ayant les mêmes dimensions que la pénombre, comme cela devint évident quelques heures plus tard, quand les facules déchirées permirent de la reconnaître à travers leurs ouvertures.

» Bien que cette tache fût recouverte, à l'est comme à l'ouest, de facules énormes qui s'avançaient très loin sur elle, cependant, la sphéricité du Soleil, combinée avec la hauteur des facules au-dessus de la tache, et avec la position de cet objet près du limbe, permettait à l'observateur de pénétrer du regard sous la facule orientale, et par conséquent de voir une grande partie de la pénombre qui était située sous elle.

» Sur cette partie de la pénombre, on voyait une chose extraordinaire, et qui ressemblait tellement à une ombre qui aurait été portée par la masse faculaire surplombante, qu'il semblait inutile de chercher, et qu'il était

impossible d'admettre une autre explication que celle-là, tellement la chose paraissait évidente et s'imposait à l'esprit. Cette ombre, dont les contours



étaient un peu diffus, avait la même forme et reproduisait avec beaucoup d'exactitude les contours de la masse faculaire située au-dessus d'elle. Elle

n'était pas aussi noire que l'ouverture des taches nommée *ombrée,* mais d'une teinte très sombre, qui cependant permettait de reconnaître la structure radiée de la pénombre qu'elle recouvrait.

» Bien qu'extraordinaire, ce phénomène n'était cependant pas tout à fait nouveau pour moi, car je l'avais déjà soupçonné plusieurs fois auparavant, bien que dans des circonstances moins caractéristiques. Mais alors une ombre portée sur le Soleil me paraissait une chose si paradoxale, si impossible, que je n'attachai que peu d'importance à ces observations, et ne leur donnai pas l'attention qu'elles méritaient. Mais, dans ce dernier cas, le phénomène était si apparent, qu'il n'y avait pas à s'y tromper. Je représentai le phénomène par le dessin, dont la figure annexée est une reproduction assez fidèle.

» En retournant en arrière et en consultant mon journal, je trouve consignées plusieurs observations qui viennent confirmer, d'une manière plus ou moins directe, le phénomène observé le 26 mai 1878.

» Le 28 février 1872, j'avais déjà remarqué quelque chose d'inexplicable sous une grosse facule qui couvrait en grande partie la pénombre orientale d'une tache située à l'est près du limbe. Le phénomène me parut si singulier, que je dessinai cette tache avec soin. Le 16 mars de la même année, un phénomène à peu près semblable, observé sur la pénombre d'une tache située près du limbe occidental, que j'ai aussi dessiné, m'avait suggéré l'idée qu'il ne pouvait être dû qu'à une ombre portée par une masse faculaire qui lui était contiguë. Les 28 octobre et 4 novembre 1877, j'ai encore observé des phénomènes semblables.

» Si les facules massives qui recouvraient la pénombre de la tache observée le 26 mai 1878 avaient été aussi brillantes en dessous qu'elles l'étaient en dessus, où leur éclat était bien supérieur à celui de la surface solaire environnante, il est évident qu'aucune ombre n'aurait été possible. au-dessous d'elles, et que la pénombre aurait eu partout un éclat uniforme. Nous sommes donc assurés par cette observation que la lumière intense dont brillaient ces facules ne pouvait pénétrer bien profondément leur masse, et qu'elle était principalement générée, soit sur leur surface supérieure, soit très près de cette surface.

» Que ce phénomène ne soit pas un cas particulier, mais général, cela semble prouvé, d'abord par les observations précédentes, et ensuite par le fait d'observation suivant : Quand une masse faculaire, assez puissante pour recouvrir une grande partie d'une tache solaire, commence à se déchirer de quelques petites ouvertures isolées, ces ouvertures ne se montrent pas sous forme de taches grisâtres, comme cela devrait avoir lieu si la pénombre

qui est située au-dessous d'elles était aussi brillante que quand elle est libre de facules ; mais elles se montrent toujours sous forme de *taches noires*. Il n'y a que quand les déchirures faculaires s'élargissent, ou deviennent assez nombreuses pour permettre à la lumière de la surface de pénétrer par elles, et de dissiper les ténèbres, qu'elles apparaissent comme des taches grises, sur lesquelles on distingue bientôt la structure radiée de la pénombre. Cela, avec le fait bien prouvé que les ponts et les facules brillantes qui pénètrent par l'ouverture des taches et s'enfoncent sous la photosphère *perdent bientôt leur éclat* en y pénétrant, semble suggérer l'idée que la lumière brillante émise par les facules, et peut-être même toute la lumière solaire, est générée à la surface de l'astre, la présence de l'atmosphère coronale étant peut-être nécessaire à sa production. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications arithmétiques de la théorie des fonctions elliptiques.* Note de M. STIELTJES. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je viens de lire, dans les *Comptes rendus,* l'intéressant article de M. Hurwitz, qui m'a fait consulter de nouveau l'article de M. Liouville (2ᵉ série, t. IV). M. Hurwitz a parfaitement raison en disant qu'une partie des résultats que j'ai donnés se déduisent des théorèmes que M. Liouville y donne. En effet, ces théorèmes ne sont autre chose que l'interprétation arithmétique de votre *première* formule

$$1^2 q + 2^2 q^{2^2} + 3^2 q^{3^2} + \ldots$$
$$= (1 + 2q + 2q^{2^2} + 2q^{3^2} + \ldots)\left[\frac{q^1}{(1+q)^2} + \frac{q^3}{(1+q^3)^2} + \frac{q^5}{(1+q^5)^2} + \ldots\right].$$

Mais vous savez que la déduction de cette relation

$$F(4^k m) = 240[2f(k) - 1]B(m) \qquad (m \equiv 1, \text{ mod. } 8)$$

ne se peut tirer de là, et alors votre seconde formule

$$1^2 q^{\frac{1^2}{4}} + 3^2 q^{\frac{3^2}{4}} + 5^2 q^{\frac{5^2}{4}} + \ldots$$
$$= \left(q^{\frac{1}{4}} + q^{\frac{3^2}{4}} + q^{\frac{5^2}{4}} + \ldots\right)\left[1 + \frac{8q^2}{(1+q^2)^2} + \frac{8q^4}{(1+q^4)^2} + \ldots\right]$$

ou quelque théorème arithmétique équivalent) devient indispensable.

A la fin de son article, M. Liouville dit lui-même que ces théorèmes donnent lieu à quelques résultats curieux concernant la décomposition en cinq carrés, et il exprime son intention d'exposer cela dans un autre article; mais je ne crois pas qu'il ait publié cet article.

» Quand je me suis occupé de la décomposition en sept carrés, la première chose que j'ai tâché d'obtenir, c'étaient ces relations entre $F_7(4m)$ et $F_7(m)$. J'avais mené à bonne fin cette recherche, mais je sentais encore le besoin de revoir mes raisonnements et mes calculs. Après cette revision, voici les résultats, qui ne sont guère plus compliqués que dans le cas de la décomposition en cinq carrés :

» Soient $f(k) = \frac{40.32^k - 9}{31}$, $g(k) = \frac{32^{k+1} - 1}{31}$ et $F_7(n)$ le nombre total des décompositions de n en sept carrés; alors

$$F_7(4^k m) = f(k) F_7(m) \qquad (m \equiv 1 \text{ ou } 2, \text{ mod. } 4),$$
$$F_7(4^k m) = g(k) F_7(m) \qquad (m \equiv 3 \quad \text{mod. } 8),$$
$$F_7(4^k m) = \frac{28 f(k) + 9}{37} F_7(m) \qquad (m \equiv 7 \quad \text{mod. } 8).$$

» Il serait intéressant de déduire ces relations encore des formules elliptiques, mais je n'ai point sérieusement abordé cette question, ayant abandonné ces recherches après quelques tentatives infructueuses, et, pour le moment, d'autres travaux demandent tous mes efforts.

» Mais voici encore un autre résultat, bien particulier certainement, auquel conduit l'analyse des fonctions elliptiques :

» Soit d parcourant le diviseur impair de n,

$$\psi(n) = \Sigma(-1)^{\frac{d-1}{2} + \frac{d^2-1}{8}} = \sum \left(\frac{-2}{d}\right) \quad \text{et} \quad \psi(0) = \tfrac{1}{2};$$

alors, dans le cas $n \equiv 2 \pmod{4}$, on peut exprimer la fonction $F(n)$ de M. Kronecker par la formule

$$F(n) = \tfrac{1}{2} \Sigma \psi(n - 2r^2) = \Sigma \psi(n - 8r^2) \qquad (r = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots).$$

A l'aide de la méthode de M. Hurwitz, on peut tirer de là la valeur de $F(2k^2)$, en sorte que la relation générale

$$F(np^{2k}) = \left[p^k + p^{k-1} + \ldots + p + 1 - \left(\frac{-n}{p}\right)(p^{k-1} + \ldots + p + 1\right] F(n)$$

est vérifiée maintenant, dans les cas $n = k^2$, $n = 2k^2$, à l'aide des formules elliptiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle généralisation des fonctions abéliennes.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une série de Communications précédentes, j'ai déjà indiqué une première généralisation des fonctions abéliennes de deux variables indépendantes : ce sont les fonctions *hyperfuchsiennes*. Celles-ci ne changent pas quand on effectue sur les variables x et y un groupe de substitutions de la forme

$$\left(x, y, \frac{M_1 x + P_1 y + R_1}{M_3 x + P_3 y + R_3}, \frac{M_2 x + P_2 y + R_2}{M_3 x + P_3 y + R_3}\right).$$

Mais la généralisation peut se poursuivre dans une autre direction, et je m'arrêterai sur le cas des fonctions de deux variables indépendantes x et y qui ne changent pas, quand on effectue sur x et y un groupe de substitutions de la forme

(1) $$\left(x, y, \frac{ax + b}{cx + d}, \frac{a'y + b'}{c'y + d'}\right).$$

Comme on le voit, x et y se trouvent remplacés respectivement par des fonctions de x et y seulement, mais il ne faut pas oublier que ces substitutions doivent se faire simultanément. Dans le cas où les deux substitutions

(2) $$\left(x, \frac{ax + b}{cx + d}\right) \quad \text{et} \quad \left(y, \frac{a'y + b'}{c'y + d'}\right),$$

relatives respectivement à x et à y, forment des groupes discontinus, les fonctions de x et y, invariables par les substitutions du groupe (1), se ramènent aux fonctions fuchsiennes de M. Poincaré, mais il en est tout autrement si les groupes (2), pris séparément, sont continus, leur ensemble, représenté par les substitutions (1), étant toutefois, bien entendu, discontinu par rapport à un système de valeurs de x et y.

» Considérons même, d'une manière plus générale, des fonctions de deux variables qui ne changent pas quand on effectue sur x et y un groupe dont les substitutions sont de l'une et l'autre forme

(3) $$\left(x, y, \frac{ax + b}{cx + d}, \frac{a'y + b'}{c'y + d'}\right) \quad \text{et} \quad \left(x, y, \frac{\alpha y + \beta}{\gamma y + \delta}, \frac{\alpha' x + \beta'}{\gamma' x + \delta'}\right);$$

pour éviter une périphrase, nous désignerons de telles fonctions sous le nom de *fonctions hyperabéliennes*.

» Je voudrais indiquer un exemple de fonctions hyperabéliennes, qui a d'ailleurs son origine dans la théorie même des fonctions abéliennes. Considérons une courbe du second genre, et désignons, suivant l'usage, par

$$\begin{matrix} 1 & 0 & G & H \\ 0 & 1 & H & G' \end{matrix}$$

le tableau des périodes des intégrales normales. Les trois modules s'expriment, comme on sait, par des fonctions uniformes de G, H et G'; supposons qu'on ait, entre ces quantités, la relation

$$H^2 - GG' = D,$$

D étant un entier positif. Nous pourrons poser

$$H = \sqrt{D}\,\frac{x-y}{x+y}, \quad G = \frac{-2\sqrt{D}}{x+y}, \quad G' = \frac{2\sqrt{D}xy}{x+y}.$$

Ces trois modules seront alors des fonctions uniformes de x et y. D'ailleurs, en écrivant

$$H = h_0 + ih, \quad G = g_0 + ig, \quad G' = g'_0 + ig'.$$

» On doit avoir, comme il est bien connu,

$$g > 0, \quad g' > 0 \quad \text{et} \quad h^2 - gg' < 0;$$

on en conclut que ces fonctions de x et y ne sont définies que pour les valeurs de x et y (on pose $x = x' + ix''$ et $y = y' + iy''$), dans lesquelles x'' et y'' sont tous deux positifs.

» Cela posé, il existe un groupe de substitutions relatives à H, G et G', laissant invariables les trois modules, et leur étude approfondie a été faite par M. Hermite dans son Mémoire *Sur la transformation des fonctions abéliennes*. Dans ce groupe, je ne considère que le sous-groupe, qui laisse inaltérée l'expression $H^2 - GG'$; à ce sous-groupe correspondra un groupe Γ relatif aux deux variables indépendantes x et y, et toutes les substitutions du groupe Γ sous l'une ou l'autre des formes (3).

» Nous avons donc là un exemple d'un groupe *hyperabélien* et de fonctions *hyperabéliennes* correspondantes. Les coefficients des substitutions effectuées sur x et y sont des quantités réelles; dans le cas où D est un carré parfait, les groupes

$$\left(x, \frac{ax+b}{cx+d}\right) \quad \text{et} \quad \left(y, \frac{a'y+b'}{c'y+d'}\right)$$

sont séparément discontinus, et les fonctions trouvées se ramènent aux fonctions elliptiques modulaires. On est alors dans un de ces cas de réduction d'intégrales hyperelliptiques aux intégrales elliptiques dont j'ai fait autrefois l'étude.

» Il en est autrement quand D n'est pas un carré parfait : les groupes précédents, pris séparément, sont continus, et c'est seulement en effectuant leurs substitutions simultanément sur x et y qu'on obtient un groupe discontinu relatif à ces deux variables.

» Diverses considérations arithmétiques, que je développerai ultérieurement, m'ont conduit à une classe étendue de groupes hyperabéliens, et je me propose de faire une étude approfondie des fonctions hyperabéliennes. Je terminerai en montrant seulement comment la théorie de ces fonctions se rattachera aux équations différentielles partielles. Soit

$$r = ap + bq + cz, \quad t = a'p + b'q + c'z,$$

où les a, b, c sont des fonctions algébriques de x et y, un système de deux équations linéaires simultanées du second ordre aux dérivées partielles, ayant *quatre* solutions communes, linéairement indépendantes, mais *liées par une relation quadratique*. On sait que, dans le cas des équations linéaires du quatrième ordre à une seule variable, ce cas particulier a fait l'objet des intéressantes recherches de M. Goursat (*Bulletin de la Société mathématique*, 1883) et a aussi été examiné par M. Halphen dans ses mémorables études sur la réduction des équations linéaires.

» Désignons par ω_1, ω_2, ω_3 et ω_4 quatre solutions distinctes des équations précédentes, liées par la relation $\omega_1\omega_2 = \omega_3\omega_4$.

» Si l'on pose

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = u, \quad \frac{\omega_2}{\omega_3} = v,$$

et que l'on considère ces équations comme donnant x et y (dont sont fonctions les ω) en fonction de u et v; si les fonctions x et y ainsi obtenues sont uniformes, ce seront des fonctions hyperabéliennes de u et v. »

MÉCANIQUE. — *Sur la poussée d'une masse de sable, à surface supérieure horizontale, contre une paroi verticale ou inclinée.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« I. Lorsqu'une masse sablonneuse, d'un certain poids spécifique Π, d'un angle φ de frottement intérieur et d'une hauteur uniforme h au-dessus

du sol horizontal qui la porte, est limitée latéralement par une paroi plane rugueuse, mobile autour de sa base, faisant d'ailleurs un angle positif i (en fruit intérieur) avec la verticale, et retenue par une force extérieure juste suffisante pour l'empêcher de se renverser, une très petite diminution de cette force détermine dans la masse la formation, à partir du bas de la paroi, de deux surfaces de rupture, dont l'une peut suivre la paroi même, et qui comprennent entre elles un coin de sable passé tout entier à un état d'équilibre limite, dit *ébouleux*, où il y a en chaque point une pression faisant avec la normale à l'élément plan qui la supporte l'angle maximum φ.

» Pour arriver aux lois de cet équilibre limite, prenons comme origine le point où se coupent le profil de la paroi et celui de la surface libre, comme axe des y ce dernier, comme axe des x une verticale dirigée vers le bas; et désignons par $-N_x$, $-N_y$, T les composantes, normales et tangentielle, des pressions exercées en chaque point (x, y) du coin sur l'unité d'aire des éléments plans normaux aux x et aux y. Si nous appelons a la tangente de l'angle $45° - \frac{1}{2}\varphi$, que font en (x, y), avec l'élément plan supportant la plus petite pression, les deux qui s'y trouvent le plus obliquement pressés, les composantes $-N_x$, $-N_y$, T vérifieront les trois équations indéfinies

$$(1) \quad \frac{dN_x}{dx} + \frac{dT}{dy} + \Pi = 0, \quad \frac{dT}{dx} + \frac{dN_y}{dy} = 0, \quad (N_x - a^2 N_y)(N_y - a^2 N_x) = (1 + a^2)^2 T^2,$$

dont la troisième exprime la propriété caractéristique de l'état ébouleux. De plus, à la surface libre du coin, pour $x = 0$ et $y > 0$, N_x, T et, par suite, N_y s'annulent, tandis que, sur ses autres surfaces, où le coin sablonneux glisse contre le reste du massif ou contre une mince couche de même nature adhérente à la paroi, le rapport de la composante tangentielle de la pression extérieure à sa composante normale vaut $\tang\varphi$.

» Les deux premières équations (1), appliquées pour la valeur $x = 0$ qui annule N_x, N_y, T quel que soit y, montrent que les dérivées en x de N_x et T sont alors $-\Pi$ et zéro. On a donc sensiblement, dans une mince couche supérieure du coin sablonneux, $N_x = -\Pi x$, $T = 0$, et, d'après la troisième (1) complétée par ce fait que $-N_y$ est inférieur à $-N_x$, $N_y = a^2 N_x = -\Pi a^2 x$. Appelons $-\Pi t$, Πs, $-\Pi r$ des termes, très petits en comparaison de Πx, rendant ces expressions rigoureuses, ou posons

$$(2) \qquad N_x = -\Pi(x + t), \quad T = \Pi s, \quad N_y = -\Pi(a^2 x + r).$$

Les deux premières relations (1) transformées exprimeront que s et t, r et s sont les dérivées respectives en x et en y de deux certaines fonctions,

ou, vu l'égalité des deux valeurs de s, que r, s, t sont les trois dérivées secondes d'une autre fonction ϖ en dx^2, $dx\,dy$, dy^2. Et la troisième (1) devient, en appelant finalement ε une quantité très petite, l'équation aux dérivées partielles, en ϖ,

$$(3)\qquad r - a^2 t = \frac{(1+a^2)^2 s^2}{(1-a^4)\,x + t - a^2 r} = (\text{sensiblement})\ \frac{1+a^2}{1-a^2}\ \frac{s}{x} = \varepsilon s.$$

» Or, pour x très petit, si r, s, t ne sont pas nuls, leurs dérivées en y qui, multipliées par dy et intégrées sur des longueurs finies $\int dy$, y donnent au plus r, s, t, sont très inférieures à leurs dérivées en x, lesquelles, multipliées par dx et intégrées de $x = 0$ à $x = x$, donnent r, s, t. Donc la dérivée de t en x, qui vaut celle de s en y, est négligeable devant la dérivée de s en x, et t est beaucoup plus petit que s; de même, la dérivée de s en x, qui égale celle de r en y, est négligeable devant la dérivée de r en x, et s est beaucoup plus petit que r. L'équation (3) devient alors, en y mettant r en facteur commun, transposant les termes du dernier membre dans le premier membre, et appelant ε_1 un nombre très voisin de zéro, $r(1+\varepsilon_1) = 0$, ou $r = 0$. C'est dire que r, s, t sont nuls dans toute la couche supérieure considérée du coin de sable, sauf aux points où r, s, t varieraient en fonction de y avec une rapidité exceptionnelle, mettant le raisonnement précédent en défaut sur une longueur $\int dy$ comparable à x. Or il ne peut y avoir une telle région exceptionnelle qu'au voisinage de la paroi; car, au moment où le coin sablonneux est sur le point de se former, l'état physique varie évidemment d'une manière graduelle en fonction de y dans la couche supérieure du massif, dès qu'on se trouve à une distance sensible de son bord $y = 0$. Et, près de ce bord où s peut devenir comparable à r, quand le coin de terre s'étend jusque-là, le dernier membre de (3) est encore rendu négligeable, en comparaison du terme r, par le facteur ε; de sorte que la fonction ϖ y varie conformément à l'équation de d'Alembert, $r - a^2 t = 0$. On y a donc, en appelant f une fonction arbitraire de $y - ax$ et f_1 une fonction arbitraire de $y + ax$,

$$(4)\quad \varpi = f + f_1,\quad \text{d'où}\quad r = a^2(f'' + f''_1),\quad s = -a(f'' - f''_1),\quad t = f'' + f''_1.$$

» Mais les conditions $(r, s, t) = 0$ pour $x = 0$ et $y > 0$ obligent à annuler f'' et f''_1 pour les valeurs positives de leurs variables $y \mp ax$; ce qui comprend toutes leurs valeurs dans le massif quand l'inclinaison $\tang i$ de la paroi sur la verticale est $> a$. Alors on a, dans toute la couche supérieure du coin de sable, quelles qu'en soient les limites, $(r, s, t) = 0$. Et, lorsque,

au contraire, tang$i$ est $< a$, ou $i < 45° - \frac{1}{2}\varphi$, la fonction f''_1 continue à s'annuler partout, mais non f'' qui subsiste dans l'angle compris entre la paroi et la droite $y = ax$, où sa variable $y - ax$ est négative.

» En partant de la base inférieure de la couche comme on était parti de la surface libre et considérant une seconde couche sous-jacente, puis une troisième, etc., on verrait de même que, dans le cas $i > 45° - \frac{1}{2}\varphi$, r, s, t sont nuls pour tout le coin de sable; ce qui réduit les formules (2) à celles de Rankine ou de M. Maurice Lévy, et ce qui implique, pour le coin de sable, la forme d'un prisme triangulaire isoscèle renversé, ayant son arête inférieure au bas de la paroi, comme plan de symétrie le plan vertical mené suivant cette arête, et pour angle de ses deux faces latérales, ou *plans de rupture*, $90° - \varphi$: en effet, les seuls éléments plans qui, lorsque r, s, t sont nuls, supportent des pressions faisant avec leur normale l'angle φ et puissent ainsi composer les surfaces de rupture, sont ceux que représente l'équation $y \mp ax =$ const. La poussée exercée sur la paroi se composera, comme le voulait Rankine : 1° du poids de tout le prisme sablonneux situé au-dessus d'elle ou limité par le plan vertical de sa base; 2° de la pression horizontale exercée sur ce plan, et qui est celle d'une masse fluide de hauteur h dont le poids spécifique vaudrait $\Pi a^2 = \Pi \operatorname{tang}^2(45° - \frac{1}{2}\varphi)$.

» II. Dans le cas contraire, seul usuel, où i est inférieur à $45° - \frac{1}{2}\varphi$, le même raisonnement donne encore $f''_1 = 0$ dans toute l'étendue du coin qui se détache, et $(r, s, t) = 0$ en tous les points de sa seconde couche ou, par suite, des suivantes, situés au delà du plan $y = ax$; mais, en deçà, où y est $< ax$, les valeurs de $f''(y - ax)$ déjà employées pour la première couche se continuent dans la seconde; il s'y en adjoint même d'autres, pour les parties de celle-ci, adjacentes à la paroi, où $y - ax$ reçoit des valeurs négatives nouvelles. Et ainsi de suite, de couche en couche, sans qu'on ait toutefois le droit de s'y écarter beaucoup du plan $y = ax$, puisque l'analyse précédente est restreinte à la région où r, s, t, nuls sur ce plan, n'ont pas encore grandi au point d'être comparables à x. On y aura donc, avec une approximation décroissante, $r = a^2 f''$, $s = - af''$, $t = f''$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie et formules pratiques des machines magnéto-électriques à courants alternatifs*. Note de M. **Félix Lucas**, présentée par M. Cornu.

« L'induit mobile d'une machine magnéto-électrique à courants alternatifs comprend $N = \mu\nu$ bobines égales, et l'on attelle en quantité ν groupes de μ bobines associées en tension; il y a autant de modes d'attelage pos-

sibles qu'il y a de manières de décomposer N en deux facteurs entiers μ et ν. L'inducteur est composé d'aimants fixes.

» Pour un mode d'attelage déterminé on peut d'abord imposer à l'induit une vitesse de rotation fixe de n tours par minute. Les effets obtenus varient alors avec la résistance R du conducteur avec lequel on ferme le circuit. Soit I l'intensité du courant électrique et T le travail moteur reçu par la machine et transformé par elle en énergie électrique; I et T sont deux fonctions de R. Désignons, d'autre part, par r la résistance (mesurée, par exemple, au moyen d'un pont de Wheatstone) du système des bobines entrant dans le circuit. On pourra exprimer R et r en ohms, I en ampères et T en chevaux-vapeur. Le principe de la conservation de l'énergie donne d'abord

(1) $$(R + r)I^2 = 75gT.$$

» Pour obtenir une seconde équation, on peut recourir à l'expérience. Je ferme le circuit par un conducteur de résistance inconnue; un électrodynamomètre me fait connaître l'intensité I du courant; la pression indiquée par le manomètre de la machine à vapeur motrice me fait connaître le travail qu'elle produit et duquel je retranche le travail (mesuré d'avance) absorbé par les transmissions et par le mouvement de la machine lorsqu'elle tourne à circuit ouvert : je connais ainsi T. En faisant varier la résistance extérieure depuis zéro jusqu'à l'infini, de manière à obtenir un grand nombre de systèmes de valeurs I et T correspondantes, on obtient les éléments d'un tracé graphique dans lequel on prend I pour abscisse et T pour ordonnée. J'ai reconnu ainsi que *la loi suivant laquelle* T *dépend de* I *est représentée par une parabole du second degré qui passe par l'origine des coordonnées et dont l'axe est vertical*. On a, par conséquent,

(2) $$\rho(I - h)^2 = 75g(k - T).$$

» Les valeurs numériques des trois paramètres ρ (résistance), h (intensité) et k (travail mécanique) se déterminent à la demande du graphique; comme la courbe passe par l'origine des coordonnées, on a

(3) $$\rho h^2 = 75gk.$$

» Si l'on élimine T entre les équations (1) et (2), en tenant compte de la formule (3) et posant

(4) $$\varphi = 2\rho h,$$

on trouve qu'il existe entre R et I la relation très simple

$$(5)\qquad (R + r + \rho)I = \varphi.$$

» Le paramètre φ s'exprime en volts, comme une force électromotrice; ρ représente une résistance *fictive*, à laquelle ne correspond aucune consommation de travail mécanique. Les deux équations (1) et (5) contiennent toutes les lois du fonctionnement de la machine pour une vitesse constante de l'induit et pour un mode d'attelage fixe.

» Si l'on veut déterminer directement φ et ρ, on peut faire deux expériences précises, en donnant à la résistance R deux valeurs connues R′ et R″ et mesurant les intensités correspondantes I′ et I″. On aura ainsi

$$(6)\qquad \begin{cases} \rho = \dfrac{R''I'' - R'I'}{I' - I''} - r, \\ \varphi = (R'' - R')\dfrac{I'I''}{I' - I''}. \end{cases}$$

» Pour des vitesses variables de l'induit, ρ et φ deviennent des fonctions du nombre n des tours par minutes. En déterminant expérimentalement la nature de ces fonctions, n variant depuis 150 jusqu'à 850 tours, j'ai reconnu qu'elles sont linéaires. En d'autres termes : *Les paramètres ρ et φ croissent en raison directe de n*. On a donc

$$(7)\qquad \begin{cases} \varphi = a + \alpha n, \\ \rho = b + \beta n, \end{cases}$$

et la formule (5) devient

$$(8)\qquad I = \frac{a + \alpha n}{R + r + b + \beta n};$$

j'ai vérifié cette formule par un très grand nombre d'expériences.

» Il reste à tenir compte du mode d'attelage de la machine. Or l'expérience m'a conduit aux observations suivantes :

» *L'attelage en tension de μ systèmes identiques multiplie par μ les paramètres ρ, φ et r; l'attelage en quantité de ν systèmes identiques divise par ν les paramètres ρ et r sans modifier le paramètre φ.*

» Si donc nous désignons par a_1, α_1, b_1, β_1 et r_1 des paramètres correspondant à une seule des bobines, nous aurons

$$(9)\qquad a = \frac{\mu}{\nu}a_1, \quad \alpha = \frac{\mu}{\nu}\alpha_1, \quad r = \frac{\mu}{\nu}r_1, \quad b = \mu b_1, \quad \beta = \mu\beta_1.$$

» L'énergie électrique fournie par la machine au circuit extérieur est donnée par la formule

$$(10)\qquad 75 g T_e = \frac{N(a_1 + \alpha_1 n)^2 R}{[\nu R + \mu(r_1 + b_1 + \beta_1 n)]^2}.$$

» Elle devient *maximum* lorsque l'on satisfait à la relation

$$(11)\qquad \nu R = \mu(r_1 + b_1 + \beta_1 n),$$

et sa valeur est alors

$$(12)\qquad 75 g T_e = \frac{N(a_1 + \alpha_1 n)^2}{4(r_1 + b_1 + \beta_1 n)}.$$

» Mes expériences, pour obtenir et vérifier ces diverses formules, ont été faites au Dépôt central des phares, en décembre, janvier et février dernier, avec des machines magnéto-électriques du système Méritens. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall.* Note de M. A. LEDUC, présentée par M. Jamin.

« Si l'on place entre les pôles d'un puissant électro-aimant, perpendiculairement aux lignes de force magnétiques, une lame métallique très mince traversée par un courant, il se développe dans cette lame une force électromotrice transversale, que M. Hall considère comme due à une pression subie par ce courant.

» M. Righi a reconnu que l'effet est bien plus grand dans le bismuth que dans les autres métaux étudiés jusqu'ici.

» Je me suis procuré une lame rectangulaire de bismuth ayant $0^m,03$ de large sur $0^m,05$ de long et d'une épaisseur d'environ $0^{mm},04$. Cette lame, collée sur verre au moyen de baume de Canada, est plongée dans l'eau pure, afin d'éviter l'échauffement considérable qu'elle prend sans cette précaution sous l'influence du courant qui la traverse. Deux larges pinces fixées aux extrémités de la lame donnent accès au courant; deux autres fixées sur ses côtés portent les fils qui conduisent à l'électromètre capillaire; ces dernières sont placées autant que possible sur une ligne équipotentielle. La différence de potentiel qui s'y établit lorsque la lame est convenablement placée dans le champ magnétique est mesurée par compensation.

» Cette différence de potentiel dépend :

» 1° De l'intensité du courant qui traverse la lame;

» 2° De sa température;

» 3° De l'intensité magnétique moyenne dans l'espace qu'elle occupe dans le champ.

» I. Dans une série d'expériences, j'ai fait varier seul le courant qui traverse la lame; il a atteint 9 ampères. La différence de potentiel des électrodes parasites est proportionnelle à l'intensité de ce courant, ainsi qu'il résulte du Tableau ci-joint, extrait de l'une de mes expériences.

C.	I.	E.	$\frac{E.10^8}{CI}$.
amp	amp	volt	
5,77	5,127	0,01248	421
5,98	3,572	895	419
5,97	2,119	531	420
5,93	1,386	343	417
5,92	0,823	205	421
5,90	0,647	159	417
5,87	0,330	81	419
		Moyenne.....	419

C désigne l'intensité du courant dans l'électro-aimant,

I » » la lame,

E » la différence de potentiel des électrodes parasites dans le champ magnétique.

» I. J'ai fait varier la température de la lame entre 12° et 57°. La différence de potentiel observée a diminué en moyenne de 39 dix-millièmes de sa valeur à 0° par degré centigrade. J'ai trouvé que la résistance du bismuth diminue de 42 dix-millièmes de sa valeur à 0° pour la même élévation de température. Cette différence de potentiel est donc sensiblement proportionnelle, dans le bismuth, à la chute de potentiel le long de la lame. La ligne équipotentielle qui passe par les électrodes parasites s'est inclinée d'un certain angle qui, dans les expériences, n'a pas dépassé 5°, mais qui augmente avec l'intensité magnétique.

» III. Enfin, j'ai fait varier seule l'intensité du courant, qui traverse l'électro-aimant. J'ai construit des courbes qui représentent en unités arbitraires, en fonction de cette intensité, d'une part, la différence de potentiel E et, de l'autre, l'intensité magnétique M mesurée par l'induction sur un toron de même dimension que la lame tournant à 180° dans le champ. La différence de potentiel est proportionnelle à l'intensité magné-

tique, tant que le courant qui anime l'électro-aimant ne dépasse pas 7^{amp}. A 12^{amp}, l'écart est d'environ 7 pour 100.

C.	E.	I.	$\frac{E}{I} \times 10^4$.	C.	M.
amp	volt	amp		amp	
5,26.....	0,00632	9,08	696	5,11....	596
9,22.....	963	9,04	1065	8,99....	968
11,68.....	0,01100	8,94	1230	11,68....	1162

» *Expériences sur l'argent.* — J'ai constaté sur une feuille d'argent ayant une épaisseur de 0^{mm},0002 que la différence de potentiel des électrodes parasites diminue de 0,004 à 0,005 de sa valeur par degré centigrade, tandis que la résistance de ce métal augmente avec la température. Il en résulte que la déviation des lignes équipotentielles dépend ici de la température, tandis qu'elle en est sensiblement indépendante dans le bismuth.

» *Conclusions.* — En résumé, si l'intensité magnétique ne dépasse pas une certaine valeur, on peut représenter la déviation de la ligne équipotentielle et des lignes de force aux points où elles la coupent par la formule $D = kM(1 - at)$, k étant la déviation produite à la température 0° en un point où l'intensité magnétique est égale à 1, constante qui pourra mesurer le phénomène de Hall dans le métal, et a une autre constante.

» Pour le bismuth, a est très petit; pour l'argent, il vaut de 0,008 à 0,009.

» Cette déviation peut être considérée comme due à l'hétérotropie que prend le métal dans le champ magnétique et analogue à celle que subit la lumière tombant normalement sur une substance biréfringente.

» *Remarque.* — Le phénomène est très faible dans un alliage de bismuth et de plomb à poids égaux qui est très malléable; il est nul dans le plomb, d'après M. Hall. L'état cristallin du bismuth paraît donc avoir une plus grande part dans la production du phénomène que la nature du métal lui-même, ainsi que cela se présente pour le diamagnétisme ([1]). »

CHIMIE. — *Sur les lois de la décomposition des sels par l'eau.* Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

« La décomposition des sels par l'eau, dans le cas particulier où l'un des produits de la réaction est *insoluble*, a été étudiée avec beaucoup de soin de-

(1) Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des Sciences.

puis une dizaine d'années. Ces recherches ont conduit à formuler une loi très simple qui a été admise sans discussion et est aujourd'hui enseignée partout.

» *Dans la décomposition d'un sel par un liquide, il existe pour chaque température une liqueur de composition telle que, suivant qu'on en fait varier la concentration dans un sens ou dans l'autre, il y a décomposition ou reconstitution du sel considéré.... Le degré limite de concentration paraît indépendant de la quantité de sel non décomposé que la liqueur renferme, de la proportion des éléments non dissous de ce sel qu'elle contient.... Cette décomposition rentre donc dans la catégorie des phénomènes de dissociation que H. Sainte-Claire Deville a découverts, et les lois qu'il a formulées lui sont applicables* (1).

» L'exactitude de cette loi m'a cependant toujours paru difficile à admettre. Elle est en contradiction absolue avec des expériences d'une précision remarquable, faites par M. Schlœsing (2), sur la décomposition des bicarbonates de chaux et de baryte; elle établit une analogie peu vraisemblable *a priori* entre des réactions de la voie sèche et de la voie humide.

» L'objet de la présente Note n'est pas de contester l'exactitude des expériences qui ont servi à établir cette loi, mais simplement d'en donner une interprétation différente, de montrer que l'on peut rendre compte de tous les faits observés par les lois habituelles des équilibres chimiques dans les systèmes homogènes liquides, en tenant compte de l'insolubilité des composés produits conformément aux lois de Berthollet, c'est-à-dire en admettant que les composés insolubles éliminés du champ de la réaction n'interviennent plus dans l'état d'équilibre définitif, que celui-ci s'établit exclusivement entre les corps dissous. La loi aujourd'hui admise conduit, au contraire, à supposer que l'équilibre s'établit directement entre les corps précipités et les corps dissous.

» Je prendrai comme exemple dans cette discussion le sulfate neutre de mercure HgO,SO^3, dont la décomposition a été étudiée par M. Ditte (1). Ce sel, au contact de l'eau, donne naissance à un précipité de sulfate tribasique de mercure $3HgO,SO^3$; il se dissout, en même temps, une certaine quantité d'un sel de mercure, et tout l'acide sulfurique devenu libre par suite de la décomposition du sel neutre.

» Le Tableau suivant donne, dans les deux premières colonnes, les ré-

(1) *Comptes rendus*, 17 juin et 8 juillet 1872.

(2) Ditte, *Décomposition des sels par l'eau* (*Annales de l'École Normale supérieure*, p. 85; 1876).

sultats bruts des expériences de M. Ditte; dans les deux dernières, les quantités de sulfate neutre et d'acide sulfurique libre dissous, que j'ai calculées en admettant que la totalité du mercure se trouve dans la dissolution à l'état de sel neutre :

SO^3 total par litre.	HG total.	HgO, SO^3.	SO^3 libre.
gr 6	gr 1,5	gr 2,2	gr 5,4
19	7	10,3	16,2
34	15	22	28
48	22	33	39,3
71	33	49	57,8
87	77	114	56,2
98	108	160	55,2
114	144	212	59
130	190	280	55

» Pour mettre ces résultats d'expérience d'accord avec la loi énoncée plus haut, on admet, sans le prouver, que, tant que la quantité d'acide libre n'est pas constante, le mercure se dissout, non pas à l'état de sel neutre, comme je l'ai supposé dans le Tableau, mais à l'état de sulfate tribasique; cela conduit à admettre que la solubilité de ce sel basique varie dans des limites énormes avec la quantité d'acide libre contenu dans la liqueur, qu'elle est ainsi plus que centuplée. On peut, au contraire, faire l'hypothèse, plus vraisemblable *a priori*, que la solubilité du sel basique est toujours assez faible pour être négligeable et que le mercure se dissout à l'état de sel neutre, ce qui contredit formellement la loi en question.

» On voit donc que la vérification de cette loi résulte non pas des expériences elles-mêmes, mais des hypothèses arbitraires qui ont servi à interpréter ces expériences.

» J'ai pensé que l'on pouvait chercher à démontrer par l'expérience l'exactitude de l'une ou l'autre des hypothèses en présence, en s'appuyant sur les caractères particuliers de la combinaison chimique et de la dissolution. Ces deux phénomènes se distinguent entre eux par les quantités de chaleur mises en jeu : le premier, conformément au principe du travail maximum de M. Berthelot, est toujours accompagné d'un dégagement de chaleur; le second, d'une absorption de chaleur (¹).

(¹) La dissolution de certains corps est accompagnée d'un dégagement de chaleur; mais on peut démontrer, dans ce cas, la production simultanée d'une combinaison chimique, soit

» J'ai reconnu que la dissolution du sulfate tribasique de mercure dans l'acide étendu donne toujours lieu à un dégagement de chaleur et, de plus, que cette quantité de chaleur varie peu avec le degré de concentration de l'acide. Il en résulte que cette dissolution est accompagnée d'une combinaison chimique, et que la nature de cette combinaison ne varie pas avec le degré de concentration de l'acide : il se forme donc, dans tous les cas, du sulfate neutre, comme je l'ai supposé plus haut.

» La conclusion à tirer des expériences de M. Ditte serait alors la suivante : *La quantité d'acide nécessaire pour empêcher la décomposition d'un sel croît d'abord avec la quantité du sel dissous,* conformément aux lois des équilibres chimiques dans les systèmes homogènes; *mais elle ne croît pas indéfiniment et tend vers une limite fixe.*

» L'existence d'une semblable limite, dans le cas du sulfate de mercure et dans les cas analogues, est une conséquence évidente de la dissociation partielle des hydrates d'acide dans leur dissolution; le rôle capital de ce phénomène dans les équilibres chimiques a été complètement établi par M. Berthelot [1].

» Dans certains cas, au contraire, avec le sulfate double de chaux et de potasse, par exemple, cette limite résultera de la faible solubilité du sel étudié. Il est bien certain que si deux des corps en présence sont dissous à saturation, c'est-à-dire en quantité constante dans la liqueur, la quantité dissoute du troisième devra aussi être constante pour qu'il y ait équilibre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des aldéhydes chlorées sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. **Alph. Combes**, présentée par M. Wurtz.

« Je me suis proposé d'appliquer la réaction de MM. Friedel et Crafts aux aldéhydes chlorées, pour obtenir différentes aldéhydes aromatiques. J'ai commencé cette étude par le chloral. On conçoit la possibilité d'obtenir trois aldéhydes différentes renfermant un groupe phényle et 2^{at} de chlore, deux groupes phényles et 1^{at} de chlore, ou enfin trois phényles.

» Quant à une solution de 200^{gr} chloral dans un grand excès de benzine,

---

en isolant les composés formés (dissolution des sels anhydres), soit en s'appuyant sur de puissantes raisons d'analogie (dissolution de l'hydrate de chaux).

[1] Berthelot, *Mécanique chimique*, t. II, p. 571.

on ajoute par petites portions du chlorure d'aluminium : il se produit, même à froid, une réaction assez vive. On porte la température à 70°, et on arrête l'opération au bout de une heure et demie.

» Le liquide repris par l'eau, puis distillé, laisse passer, entre 165° et 185°, un liquide qui, après rectification, bout à 180°, sous une pression de $0^m,005$. Ce liquide visqueux, parfaitement incolore quand il vient d'être distillé, est l'aldéhyde C^6H^5-CCl^2-CHO, ou plutôt la combinaison de cette aldéhyde avec une molécule d'acide chlorhydrique C^6H^5-CCl^2-COH, HCl. Ce composé est très stable, et se distille dans le vide sans décomposition. Après trois distillations successives, l'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé, pour $C^8H^7Cl^3O$.
Cl	46,95	47,20
C	42,41	42,61
H	3,34	3,10
O	7,30	7,10

» A l'air, ce corps bout à 265°, mais il se décompose et perd l'acide chlorhydrique combiné. La température d'ébullition s'élève jusqu'à 295°; et il faut un grand nombre de distillations pour chasser complètement l'acide chlorhydrique.

» Mais la potasse à froid l'enlève facilement sans altérer l'aldéhyde. A chaud, il y a production d'aldéhyde benzoïque et de produits exempts de chlore sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir.

» Ce corps présente les réactions des aldéhydes et réduit énergiquement la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent. Il se combine même, quoique difficilement, au bisulfite de sodium. L'oxydation de cette aldéhyde se fait sans difficulté et donne l'acide

$$C^6H^5\text{-}CCl^2\text{-}CO^2H.$$

» Quand on veut pousser plus loin l'action du chlorure d'aluminium, en le faisant réagir sur la solution de cette aldéhyde dans la benzine, il se manifeste une réaction très vive, mais je n'ai pu encore obtenir les deux autres aldéhydes prévues par la théorie; il se produit du charbon et un corps solide, cristallisé d'un blanc jaunâtre à fluorescence verte très prononcée fusible à 205°, c'est le triphényléthane $(C^6H^5)^3$-C-CH^3.

» Je continue actuellement cette étude et compte avoir l'honneur de communiquer prochainement de nouveaux résultats à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'addition du chlorure d'iode à l'éthylène monobromé.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Wurtz.

« Il y a près de vingt ans que le produit de l'addition du chlorure d'iode ICl à l'éthylène monobromé C^2H^3Br a été signalé par M. Maxwell Simpson (¹); depuis cette époque, il n'en a plus été question, et l'étude de ce produit, intéressant par les questions de Dynamique chimique qu'il soulève, reste toute à faire.

» Pour obtenir le produit d'addition C^2H^3ClBrI, M. Simpson chauffait le bromure de vinyle avec la solution aqueuse du chlorure d'iode, en vase clos, à 100°; dans le but de rendre ce composé tout à fait comparable à l'éthane bichloro-iodé $C^2H^3Cl + ICl$, dont je me suis occupé dans une précédente Communication, j'ai cru préférable d'opérer à la température ordinaire. La combinaison de l'éthylène monobromé avec le chlorure d'iode dissous dans l'eau n'est pas instantanée, comme celle d'autres dérivés non saturés, notamment des composés allyliques et du diallyle lui-même; quoique assez vive dans le principe, l'addition de la masse employée de C^2H^3Br n'est complète qu'à la suite d'une agitation fréquente et par un contact de quelques jours; on s'aperçoit que la réaction est terminée à l'augmentation considérable de densité que l'on constate dans le composé primitif; totalement transformé en C^2H^3ClBrI, le bromure de vinyle se précipite rapidement au fond de la masse liquide, après agitation de celle-ci.

» Le produit brut est une huile très lourde, de couleur brunâtre, que la potasse caustique aqueuse décolore immédiatement. Soumise à la distillation après dessiccation à l'aide de $CaCl^2$, la plus grande partie passe entre 185° et 195°, en se colorant en violet, par suite de la mise en liberté de l'iode, produit d'une décomposition partielle.

» Après purification, l'*éthane chlorobromo-iodé* C^2H^3ClBrI constitue un liquide incolore, mais se colorant rapidement à la lumière à la façon des dérivés iodés en général, d'une agréable odeur quelque peu piquante, d'une saveur douce et brûlante. Sa densité à 0° est, par rapport à l'eau à la même température, 2,53; il bout sous la pression ordinaire, en se décomposant partiellement, à 193°-195° : c'est le point d'ébullition que lui assignent ses relations de composition avec les dérivés chlorés et bromés cor-

---

(¹) *Proceedings of the London royal Society*, XIII, 540 (année 1865).

respondants; sa densité de vapeur a été trouvée égale à 9,10; la densité calculée est 9,31.

» Quelle est la nature de ce composé et dans quel ordre s'est faite l'addition de ICl vis-à-vis des chaînons $=CHBr$ et $=CH^2$ du bromure de vinyle C^2H^3Br? L'action des bases fortes permet de résoudre ces questions.

» J'ai soumis en deux opérations environ 200gr d'*éthane chlorobromo-iodé* à l'action de la potasse caustique en solution dans l'alcool, un peu plus de 1mol d'alcali pour 1mol de C^2H^3ClBrI; la réaction est vive, énergique, instantanée; quel que soit le mode de présentation des deux corps l'un à l'autre, les produits qui en résultent sont les mêmes.

» Il se forme un abondant précipité potassique; celui-ci est un mélange de *chlorure* et d'*iodure de potassium* dans le rapport $3KCl + KI$; il a fourni 170,15 pour 100 de composé argentique; le rapport indiqué correspond à 170,86 pour 100.

» De la liqueur alcoolique obtenue par filtration, liqueur qui à la fin de la réaction se colore en brun, l'eau précipite un liquide huileux, de couleur brunâtre, que la potasse caustique décolore immédiatement.

» Desséché et distillé, ce produit passe presque en totalité avant 145°. Par des distillations successives, on arrive aisément à le séparer en deux portions distinctes : l'une faible bouillant vers 60°-65° et se polymérisant très rapidement.

» C'est l'*éthylène chlorobromé* dissymétrique $CH^2=CClBr$ (éb. 63°); une autre, beaucoup plus considérable et qui constitue le produit principal de la réaction, bout, en se colorant en violet, à 128°-130° : c'est l'*éthylène bromo-iodé dissymétrique* $CH=CBrI$, que j'aurai l'honneur de décrire dans une Communication prochaine, en même temps que le dérivé chloré correspondant $CH^2=CClI$.

» La conclusion que je suis autorisé à tirer de ces faits est que le produit de l'addition de ICl au bromure de vinyle ne constitue pas un composé unique; l'addition du chlorure d'iode s'est faite en deux sens et a fourni deux composés isomères distincts.

$$(a)\quad \left\{\begin{array}{l} CHBrCl \\ | \\ CH^2I \end{array}\right. ,\qquad\qquad (b)\quad \left\{\begin{array}{l} CHBrI \\ | \\ CH^2Cl \end{array}\right. ;$$

le chlore et l'iode se sont l'un et l'autre ajoutés aux deux chaînons $=CHBr$ et $=CH^2$, mais en quantité inégale, le chlore s'ajoutant de préférence au chaînon $=CH^2$ le plus hydrogéné, l'iode se plaçant à son tour, surtout dans le voisinage du brome, sur le chaînon $=CHBr$, additions diverses réa-

lisées l'une et l'autre selon le rapport de 3 à 1, de manière à donner un produit final formé de deux isomères suivant la proportion

$$3\left(\begin{matrix}CH\,Br\,I\\ |\\ CH^2Cl\end{matrix}\right) + 1\left(\begin{matrix}CH\,Br\,Cl\\ |\\ CH^2I\end{matrix}\right).$$

» Je crois utile de rappeler qu'en s'ajoutant au chlorure de vinyle, ICl fournit aussi deux isomères (¹) distincts suivant la proportion

$$4\left(\begin{matrix}CH\,Cl^2\\ |\\ CH^2I\end{matrix}\right) + 1\left(\begin{matrix}CH\,Cl\,I\\ |\\ CH^2\,B^2\end{matrix}\right).$$

» Les deux réactions sont les mêmes en ce sens que le chlore et l'iode se partagent entre les deux chaînons $=CH^2$ et $=CHX$, mais leur distribution quantitative est essentiellement différente.

» Le brome expulse aisément l'iode de l'éthane chloro-bromo-iodé; il en résulte de l'éthane chlorobibromé C^2H^3ClBr, lequel est aussi un mélange de deux isomères qui fournit, sous l'action des alcalis caustiques, deux dérivés éthyléniques bisubstitués dissymétriques

$CH^2=CBrCl$ (ébullition, 63°) et $CH^2=CBr^2$ (ébullition, 88°-90°),

celui-ci en plus grande quantité que l'autre, ainsi qu'il fallait s'y attendre.

» Je m'occupe en ce moment de l'iodure de vinyle, et il est regrettable que ce composé soit encore si malaisé à préparer. »

PHYSIOLOGIE. — *De la dialyse de l'acide du suc gastrique.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Dans des expériences communiquées à l'Académie en 1877, j'ai eu l'occasion de démontrer, par la méthode des coefficients de partage, que l'acide chlorhydrique du suc gastrique était, dans ce liquide, *combiné* à des bases faibles, comme la leucine, ou à des matières albuminoïdes.

» La dialyse m'a fourni un nouveau moyen d'établir ce même fait.

» Pour rendre la démonstration plus rigoureuse, j'ai déterminé la combinaison de HCl avec les matières organiques de l'estomac (²).

(¹) Voir ma Note, séance du 25 février.

(²) Avec le suc gastrique physiologique, lequel contient certainement de l'acide chlorhydrique, les résultats sont bien plus nets encore qu'avec le suc gastrique artificiel; mais je n'ai indiqué ici que les cas où il y avait addition d'acide chlorhydrique.

La *muqueuse* d'un estomac de porc bien lavée est finement broyée. Le magma, non acide,

» La dialyse a été faite, tantôt à travers le papier à dialyse ordinaire, tantôt à travers des vases poreux en biscuit; ce qui est bien préférable. Les résultats sont identiques; mais je ne donne ici que les expériences faites avec les vases poreux (1).

		Rapport d'acidité.
En 20 heures	Solution aqueuse de HCl à $3^{gr},65$ par litre................	28
	Suc gastrique artificiel (2e reprise) à $1^{gr},72$ de HCl par litre...	300
	» (3e reprise) à $2^{gr},60$ » ...	384
	» (4e reprise) à $2^{gr},29$ » ...	228
En 48 heures	Solution aqueuse de HCl à $0^{gr},91$ par litre................	9,3
	» à $0^{gr},91$ »	9,3
	Suc gastrique artificiel (1re reprise) à $0^{gr},99$ de HCl par litre..	96
	» (1re reprise) à $0^{gr},99$ » ..	100
En 48 heures	Solution aqueuse de HCl à $3^{gr},6$ par litre.................	13,1
	» à $3^{gr},6$ »	13,2
	Suc gastrique artificiel (6e reprise, macération prolongée pendant 15 jours) à $3^{gr},6$ de HCl par litre.................	16,2
	Suc gastrique artificiel (6e reprise, macération prolongée pendant 15 jours) à $3^{gr},6$ de HCl par litre.................	16,9

» Si l'on compare la totalité des poids d'acide qui ont dialysé à travers le vase poreux, soit pour la solution aqueuse, soit pour le suc gastrique artificiel, on retrouve cette même différence.

---

est mis en contact à la température ordinaire, pendant vingt-quatre heures, avec 250^{cc} d'une solution diluée d'acide chlorhydrique. Le lendemain, le liquide est décanté et filtré, et l'on ajoute encore à la masse non filtrée 250^{cc} de la même solution chlorhydrique. On peut ainsi faire des reprises successives de la muqueuse stomacale. Nous nommerons ces liquides *sucs gastriques artificiels* de la première, de la deuxième reprise, etc.

En comparant entre eux ces divers liquides, j'ai vu constamment que la richesse en pepsine, comme s'il fallait un certain temps pour la formation du ferment, était maximum pour le liquide de la seconde reprise; mais, qu'à partir de la quatrième reprise, quoique presque tous les éléments de la muqueuse entrent alors en dissolution et soient peptonisés, la teneur en pepsine diminue beaucoup; de sorte qu'à la quatrième, et surtout à la cinquième reprise, il y a beaucoup de peptones, mais à peine de pepsine.

(1) Dans toutes ces expériences, 25^{cc} du liquide acide étant mis dans le vase poreux, le liquide extérieur étant représenté par 500^{cc} d'eau distillée, à la température moyenne de 15°, nous appellerons *rapport d'acidité* le rapport entre les poids d'acide qui se trouvent dans un même volume du liquide intérieur et du liquide extérieur. Ainsi, si l'acidité finale du liquide intérieur est de 1^{gr} de HCl par litre, et du liquide extérieur de $0^{gr},1$ de HCl par litre, le rapport d'acidité sera 10.

1° *Vases poreux plongés dans un même vase extérieur* (α, β, γ).

		Acidité totale du vase intérieur avant la dialyse.	Acidité totale du vase intérieur après la dialyse.	Différence en plus.	Différence en moins.
Dans le même vase	α, solution aqueuse de HCl à $3^{gr},37$ par litre..	0,084	0,049	»	0,035
	α^1, suc gastr. artif. (1re repr.) à $2^{gr},3$ par litre.	0,0575	0,078	0,021	»
Dans le même vase	β, solution aqueuse de HCl à $1^{gr},8$ par litre..	0,045	0,017	»	0,028
	β^1, suc gastr. artif. (1re repr.) à $1^{gr},6$ par litre.	0,04	0,06	0,020	»
Dans le même vase	γ, solution aqueuse de HCl à $1^{gr},8$ par litre...	0,045	0,017	»	0,028
	γ^1, suc gastr. artif. (2e repr.) à $1^{gr},4$ par litre.	0,035	0,034	»	0,001
	γ^2, » (2e repr.) à $1^{gr},4$ » .	0,035	0,036	0,001	»

2° *Vases poreux placés chacun dans un vase extérieur distinct.*

	Acidité totale des vases intérieurs avant la dialyse.	Acidité totale des vases intérieurs après la dialyse.	Différence en plus.	Différence en moins.
Solution aqueuse de HCl à $0^{gr},91$ par litre ...	0,023	0,0111	»	0,0119
» à $0^{gr},91$ » ...	0,023	0,0115	»	0,0115
Suc gastr. artif. (1re repr.) à 1^{gr} par litre..	0,025	0,024	»	0,001
» (1re repr.) à 1^{gr} » ..	0,025	0,0244	»	0,0006
» (2e repr.) à $2^{gr},29$ » ..	0,057	0,052	»	0,005
» (2e repr.) à $2^{gr},6$ » ..	0,065	0,054	»	0,011

» Donc HCl, au contact de la muqueuse stomacale, se combine à certaines substances contenues dans cette muqueuse et devient alors moins dialysable.

» Avec l'acide sulfurique, le résultat est identique :

	Rapport d'acidité.
Solution aqueuse de SO^4H^2 équivalant à $1^{gr},53$ de HCl par litre.............	24,7
» » » à $1^{gr},53$ » »	26,4
» » » à $1^{gr},53$ » »	25,3
Suc gastrique artificiel acidifié par SO^4H^2 et équivalant à $1^{gr},50$ de HCl par litre.	162
» » » à $1^{gr},50$ » » .	162
» » » à $1^{gr},50$ » » .	162

	Acidité totale du vase intérieur avant la dialyse.	Acidité totale du vase intérieur après la dialyse.	Différence en plus.	Différence en moins.
Solution aqueuse de SO^4H^2 équivalent à $1^{gr},53$ de HCl par litre.	0,0383	0,0202	»	0,0181
» » » à $1^{gr},53$ » » .	0,0383	0,0226	»	0,0157
» » » à $1^{gr},53$ » » .	0,0383	0,0250	»	0,0133
Suc gastr. artif. (1re repr.) par SO^4H^2 équiv. à $1^{gr},50$ de HCl par lit.	0,0375	0,0362	»	0,0013
» (1re repr.) » » à $1^{gr},50$ » » .	0,0375	0,0362	»	0,0013
» (1re repr.) » » à $1^{gr},50$ » » .	0,0375	0,0363	»	0,0012

» En combinant l'acide, soit aux peptones, soit à la leucine, on obtient un liquide qui dialyse un peu moins bien qu'une simple solution aqueuse; mais la résistance à la dialyse est beaucoup moindre que pour la combinaison de l'acide avec la muqueuse stomacale.

» Il est donc vraisemblable, comme l'avait déjà admis M. Schiff depuis longtemps, sans donner d'ailleurs de preuves très rigoureuses, que c'est avec la pepsine que cette combinaison s'effectue; non pas exclusivement, mais principalement. Ce qui confirme cette supposition, c'est que les liquides gastriques artificiels de la première et surtout de la deuxième reprise, ceux-là mêmes qui contiennent le plus de pepsine, sont ceux qui retiennent le plus énergiquement HCl dans le vase poreux. Les liquides de la quatrième et de la cinquième reprise, encore qu'ils soient très riches en peptones, retiennent l'acide avec beaucoup moins d'énergie.

ANATOMIE ANIMALE. — *Distribution des racines motrices dans les muscles des membres.* Note de MM. FORGUE et LANNEGRÂCE, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons cherché à définir sur une longue série de chiens et sur trois singes la distribution exacte de chacune des racines motrices qui entrent dans la constitution des plexus brachial et lombo-sacré.

» Pour cela, nous avons excité chacune des racines en bloc dans le canal rachidien, comme l'avaient fait Peyer (1854) pour le plexus brachial du lapin, Ferrier et Yéo en collaboration (1881) pour les plexus brachial et lombo-sacré du singe, P. Bert et Marcacci en collaboration (1881) pour le plexus lombo-sacré du chien et du chat; mais, de plus, nous avons pu dissocier et exciter isolément les faisceaux naturels en lesquels se groupent les fibres de chaque paire radiculaire à la sortie du trou de conjugaison

avant de se mêler au plexus; ce mode spécial d'exploration, qui nous est propre, a beaucoup facilité nos observations. Pour éviter tout mouvement réflexe et volontaire, nous n'avons commencé l'excitation des racines d'un plexus qu'après les avoir toutes séparées de la moelle par section. Pour bien observer l'état des muscles, nous les avons toujours mis à nu.

» De nos recherches découlent les conclusions générales suivantes :

» 1° L'immense majorité des muscles sont innervés par plusieurs racines.

» 2° L'excitation d'une racine paraît déterminer dans les muscles qui en dépendent une contraction totale et non partielle; cela tient à ce que dans tout muscle les fibres tributaires de la même racine sont disséminées dans l'épaisseur de l'organe et non cantonnées dans une zone spéciale; en effet, après la section d'une paire rachidienne à sa sortie du trou de conjugaison, on trouve dans les muscles innervés par elle des fibres altérées, éparpillées au milieu des fibres saines.

» La contraction totale ou la paralysie complète d'un muscle comporte l'excitation ou la lésion de plusieurs racines.

» 3° Chaque racine concourt à l'innervation d'une série toujours identique de muscles, à une distribution presque absolument constante chez les animaux de même espèce. Quand, par exception, une variation fonctionnelle est rencontrée, elle est fort légère; et alors l'influence que gagne ou que perd la racine, elle l'emprunte ou la cède à la racine immédiatement voisine et non à une racine distante.

» Les lésions radiculaires sont donc susceptibles de diagnostic.

» 4° La fonction des racines analogues diffère relativement très peu chez les divers mammifères.

» 5° Chaque racine fournit à des muscles d'action fort différente, souvent même opposée.

» Si, en réalité, les racines antérieures émanent de cellules situées en regard de leur point d'émergence, il faut admettre que les cellules médullaires de fonctions différentes sont juxtaposées; dès lors la moelle n'est pas décomposable en centres moteurs de flexion, d'extension, d'adduction, d'abduction, etc., empilés les uns sur les autres.

» L'accolement des cellules médullaires à fonctions différentes s'accorde bien avec les nécessités d'une bonne mécanique animale; car ainsi, dans tout mouvement, les muscles antagonistes peuvent modérer et régler la contraction par leur tension active.

» L'excitation en bloc d'une racine détermine un mouvement combiné;

mais ce mouvement est artificiel et non fonctionnel. Pour exécuter un mouvement, la volonté excite les fibres synergiques de plusieurs racines.

» Une racine n'a ni spécialité d'action, ni spécialité de distribution.

» 6° Chaque racine fournit à plusieurs articles du membre, mais à des articles toujours contigus.

» 7° Les racines descendent d'autant plus dans le membre qu'elles occupent un rang plus inférieur au niveau de la moelle.

» 8° L'innervation des deux plans de flexion et d'extension ne se fait pas d'une façon toujours symétrique; ainsi les muscles antérieurs du bras et certains muscles de l'avant-bras sont presque complètement innervés quand le triceps n'a encore rien reçu de la moelle. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la distinction physiologique de deux classes de mouvements.* Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« On a l'habitude de confondre sous le nom générique de *réflexes* les divers ordres de mouvements produits par les excitations périphériques, et on les oppose à d'autres mouvements supposés plus compliqués dont l'origine est cérébrale. Avant d'aborder l'étude de divers fonctionnements médullaires, je crois nécessaire d'établir une division différente et, pour cela, j'étudierai un animal fort commun, le chien.

» Je prends un chien de moyenne taille; je presse sur une de ses pattes ou je l'électrise avec un courant fort, il retire le membre ou il déplace la patte; je découvre, je lie un des nerfs sciatiques, je presse sur son bout central ou je l'électrise avec un courant moyen, l'animal retire la patte ou il fléchit tout le membre. Ces divers mouvements simples paraissent à première vue semblables, et cependant leur mécanisme est très différent.

» Pour le montrer, j'injecte par la veine saphène une solution de chloral. Après avoir reçu le premier gramme de poison, le chien a eu de l'agitation; puis il est tombé, et après le second ou le troisième gramme il a perdu tous ses mouvements spontanés, hormis les mouvements respiratoires; et il a perdu aussi la facilité de répondre par des mouvements aux excitations des pattes. Je puis presser la peau de ses orteils, je puis les gratter, les piquer ou même les couper sans que le membre exécute aucune contraction.

» J'ai ainsi rapproché les mouvements sensoriels, incités par certains points de la peau, des mouvements volontaires, et je vais maintenant rapprocher d'autres mouvements plus simples, cérébraux et périphériques.

Sur ce chien qui n'a plus de contractions spontanées, ni de contraction par l'excitation des pattes, j'excite le sciatique, le membre se fléchit. Sur ce même chien, je mets à nu le cerveau et j'électrise les circonvolutions du gyrus, les muscles des membres opposés exécutent des contractions; et je suis obligé d'injecter encore 4^{gr}, 6^{gr}, 8^{gr} de chloral, soit une dose double ou triple de la première, pour rendre impossibles les effets de ces excitations expérimentales, et aussi pour arrêter la respiration.

» On peut répéter les mêmes observations sous une forme plus probante en sectionnant au préalable la moelle dorsale. Alors une première dose de chloral paralyse dans le train antérieur les mouvements volontaires; la même dose ou une dose un peu plus forte paralyse dans le train postérieur les mouvements produits par les excitations des pattes; puis il faut employer des quantités d'anesthésique triples ou quadruples pour faire disparaître d'un côté les contractions consécutives aux électrisations du sciatique et de l'autre les contractions consécutives aux électrisations du cerveau.

» Nous avons ainsi distingué deux classes de mouvements: les uns disparaissent par de petites doses de chloral, ce sont les mouvements volontaires et les réflexes d'origine sensorielle; les autres résistent à une paralysie anesthésique déjà très complète, ce sont les contractions plus simples produites par les excitations expérimentales des nerfs centripètes et du cerveau.

» Cette séparation peut être effectuée par d'autres substances que le chloral; et, pendant l'action de la strychnine, du curare ou de l'alcool, comme aussi pendant divers états nerveux pathologiques, j'ai toujours vu les contractions produites par l'électrisation du sciatique ou par celle du cerveau rester possibles les dernières, tandis qu'il suffisait d'une paralysie fonctionnelle légère de la moelle et du bulbe pour faire disparaître les mouvements volontaires ou les mouvements produits par l'excitation des pattes.

» Nous sommes ainsi amené à considérer tous les mouvements comme ayant leur mécanisme et leur siège dans le bulbe et la moelle. L'incitation primitive seule peut être variable, cérébrale ou périphérique; mais, je l'ai fait voir dans diverses Communications précédentes, les excitations et les lésions corticales agissent sur les muscles, comme les excitations périphériques, par l'intermédiaire de la moelle.

» Les mouvements de la vie de relation sont ainsi réunis dans un cadre unique, et, au lieu d'être séparés par leur origine anatomique apparente,

cérébrale ou médullaire, ils ne peuvent plus être distingués que par la complexité plus ou moins grande de leur mécanisme physiologique.

» Aux mouvements adaptés à un but, provoqués par les volitions ou par les excitations sensorielles périphériques, nous pouvons déjà opposer les mouvements plus simples, en quelque sorte élémentaires, produits par les excitations expérimentales des nerfs centripètes ou du cerveau, et, nous le ferons voir, cette façon nouvelle de considérer la moelle et le bulbe comme les seuls organes chargés des relations avec le milieu extérieur nous permettra d'expliquer facilement les troubles physiologiques ou pathologiques du fonctionnement musculaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Les relations entre les plantes et l'azote de leur nourriture.* Mémoire de M. **W.-O. Atwater.** (Extrait.)

« *Conclusions.* — Les résultats de ces expériences peuvent être résumés comme il suit :

» 1. Le maïs semble s'accommoder largement des agents minéraux et faiblement de l'azote des engrais, et posséder à un très haut degré le pouvoir de s'emparer de l'azote des sources naturelles.

» 2. Tandis que, dans ses rapports botaniques, le maïs se rapproche du blé, de l'avoine et des autres céréales, il semble, dans ses rapports physiologiques avec les éléments nutritifs, avoir beaucoup plus d'analogie avec les Légumineuses.

» 3. Les pommes de terre ont été sensibles à chacun des ingrédients fertilisants, au superphosphate, aux sels de potasse et aux engrais azotés, dans presque tous les cas où le temps a été favorable. Mais elles n'ont donné que des récoltes très modérées avec les engrais minéraux, tandis qu'elles ont répondu très largement à l'azote des engrais.

» 4. Ces expériences indiquent décidément que les pommes de terre diffèrent du maïs; qu'elles ont moins d'aptitude à emprunter, aux sources naturelles, des quantités suffisantes d'éléments nutritifs et surtout d'azote. Elles semblent exiger une provision plus ample de nourriture assimilable. Ceci pourrait trouver, en partie, son explication, dans la différence qu'on observe entre les racines de maïs et celles de la pomme de terre.

» 5. L'avoine (dans un plus petit nombre d'expériences) a été encore plus sensible que les pommes de terre au défaut d'azote, et a mieux profité de l'azote des engrais. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la culture, à l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportés par les expéditions du* Travailleur *et du* Talisman; 1882-1883. Note de M. A. CERTES, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« D'après tous les observateurs, la drague ne ramène jamais des grands fonds ni plantes, ni animaux en décomposition. Comment expliquer ce fait? N'y aurait-il pas au fond de la mer des microbes analogues à ceux qui, sous nos yeux, travaillent journellement à la transformation de la matière organique en matière inorganique?

» Les expériences dont j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie ne résolvent pas le problème, je me hâte de le dire. Il s'en dégage toutefois un certain nombre de faits sur lesquels il m'a paru utile d'appeler son attention.

» Commencées il y a près de deux ans, ces expériences consistent essentiellement dans la culture, à l'abri des germes, de sédiments rapportés, en 1882, par le *Travailleur,* et, depuis le mois d'octobre 1883, d'eaux et de sédiments rapportés par le *Talisman*. Sur plus de cent ballons mis en culture avec une goutte d'eau ou une parcelle de vase des grands fonds ([1]), quatre seulement, dans les cultures en contact avec l'oxygène de l'air, n'ont donné aucun résultat. Les cultures dans le vide, au contraire, sont, jusqu'à présent, restées stériles sans aucune exception. Il y aurait donc l'absence de microbes anaérobies au fond de la mer, mais non de microbes aérobies.

» L'eau de mer stérilisée à 120° et 128° entre dans la composition de la plupart de ces liquides nutritifs. Je l'emploie additionnée, tantôt d'une grande quantité, tantôt de quelques gouttes seulement de bouillon de veau ou de poule, d'infusion de foin, de lait ou de bouillon albumineux. Je me suis également servi des liquides de Raulin et de Cohn. Avant d'être ensemencés, les ballons sont maintenus plusieurs jours à l'étuve. En un mot, comme l'indique le titre même de cette Note, on n'a négligé aucune des précautions recommandées par M. Pasteur pour éviter l'introduction des germes atmosphériques ou autres. Cette condition *sine qua non* de toute expérience de cette nature, facile à réaliser dans un laboratoire, est beaucoup plus difficile à obtenir à

([1]) *Profondeur des sondages :*

Travailleur...	927^m	1015^m	1094^m	2660^m	3100^m	4557^m	5100^m
Talisman....	500^m	1918^m	2638^m	2685^m	3175^m	3705^m	

bord d'un navire en marche; aussi, par un sentiment de prudence qui sera certainement approuvé, je n'ai pas cru devoir publier les résultats des expériences faites en 1882 avec les sédiments du *Travailleur*. Grâce à M. Alph. Milne-Edwards, qui a bien voulu surveiller lui-même les détails de ces délicates opérations, toute cause d'erreur paraît avoir été écartée à bord du *Talisman*, même, ce qui était le plus difficile, en ce qui touche les tubes à eau. Les tubes emportés à l'avance avaient été flambés à 200°. Par un ingénieux dispositif, dû à M. Alph. Milne-Edwards, ils ne s'ouvraient que sous l'eau, à la profondeur voulue, et au moment précis où, en se retournant, le thermomètre enregistreur auquel ils étaient attachés en brisait l'effilure.

» On sait que, dans l'état actuel de la Science, il est pour ainsi dire impossible de circonscrire nettement les espèces de microbes, soit au point de vue de leur rôle physiologique, soit surtout à ne considérer que leurs formes. Je me bornerai donc à constater que, suivant les liquides et même avec les mêmes liquides nutritifs, plusieurs organismes se développent dans les cultures d'un même vase. Plus rapide à l'étuve qu'à la température ordinaire, le développement est très lent dans certains milieux. Les infusions de foin et le liquide de Raulin, par exemple, ne se troublent quelquefois qu'au bout de neuf à dix jours. Les mucédinées apparaissent en dernier lieu, et seulement dans le lait, les bouillons très légers et le liquide de Raulin, où elles se développent à l'exclusion de tous autres organismes. Dans le lait, elles ne se montrent que plusieurs jours après les Bacilles, et vraisemblablement lorsque cette première culture en a altéré la composition [1].

» Dans les liquides neutres, il n'apparaît que des Bacilles, le plus souvent mobiles, assez longs, très gros, à spores réfringentes volumineuses. Plus rarement, on rencontre une grosse espèce de vibrion en forme de massue, des organismes présentant l'apparence d'une simple ou d'une double auréole, enfin quelques micrococcus.

» Les cultures d'eau (500-1918-3975^{m}) offrent ce trait particulier que les microbes, toujours les mêmes, sont beaucoup plus petits et plus agiles que ceux de la vase. Ils forment un voile à la surface, ce qui se produit moins fréquemment dans les autres cultures. Ces différences sont à noter; mais, vu le nombre restreint des ballons ensemencés à l'eau, il serait prématuré d'en conclure que les organismes des eaux diffèrent tou-

(1) Ces moisissures ont été envoyées à l'exposition du *Talisman*, au Muséum.

jours de ceux de la vase. Je n'ai rencontré d'Infusoire cilié ou flagellé dans aucune de ces cultures. Il en a été autrement dans l'eau de mer des Sargasses, qui m'a été remise par le marquis de Folin et que j'ai cultivée à l'abri des germes, en l'additionnant de quelques gouttes de bouillon de veau. Dans les ballons ainsi préparés, j'ai retrouvé, à côté des bâtonnets habituels et des Diatomées caractéristiques, de nombreuses Amibes, remarquables par leur extrême petitesse, et des Flagellés parmi lesquels, en petit nombre, une espèce fort curieuse et probablement nouvelle.

» Par des cultures successives, on a obtenu quelques cultures pures, c'est-à-dire ne renfermant qu'une seule espèce d'organisme. C'était un gros Bacille fort abondant et en pleine voie de sporulation. M. le professeur Cornil a bien voulu, sur ma demande, pratiquer des inoculations sur des Cobayes. Même à dose massive, ces inoculations n'ont jamais troublé la santé des animaux, et la légère inflammation qui s'était produite au siège de l'inoculation a toujours disparu promptement sans laisser de trace.

» En résumé, dès à présent, il est légitime d'admettre que, dans les grandes profondeurs de l'Océan, l'eau et les sédiments renferment des germes qui, malgré l'énorme pression qu'ils ont à supporter, ne perdent pas la faculté de se multiplier, lorsqu'on les place dans des conditions de milieu et de température favorables. Ces germes naissent-ils exclusivement de la surface, et se sont-ils déposés lentement au fond des mers? en est-il que l'on puisse considérer comme des espèces physiologiques distinctes de celles que nous connaissons déjà? Pour le moment, nous ne sommes pas en mesure de répondre; mais on peut au moins essayer de résoudre cette difficile question par des expériences nouvelles. Grâce à l'obligeance de M. Cailletet, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses ingénieux appareils, j'entreprends en ce moment une nouvelle série d'expériences de cultures, dans lesquelles seront réalisées, autant que possible, les conditions de pression et de température que présentent les grands fonds. Ces expériences délicates exigeront un certain temps, et c'est un des motifs qui m'ont déterminé à placer sous les yeux de l'Académie les résultats de mes premières expériences [1].

» Les expériences de culture à l'air et dans le vide seront également

---

[1] Dans une première expérience, on a retrouvé vivants des Infusoires flagellés à chlorophylle soumis pendant sept heures à une pression de 100^{atm} et même, pendant quelques instants, à 300^{atm}.

continuées avec les nombreux sédiments que je n'ai pas encore eu le temps d'utiliser ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les organes rénaux des embryons d'Helix.* Note de M. **P. de Meuron**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 308), M. Jourdain a rappelé quelques faits relatifs au développement des embryons des Limaces. Son attention s'est portée surtout sur l'organe dit *rein primitif* qui fut découvert par Gegenbaur et O. Schmidt, et décrit avec plus d'exactitude par M. Fol, dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* de l'année 1875 et dans un Mémoire inséré dans les *Archives de Zoologie expérimentale*. Les résultats de M. Jourdain ne diffèrent pas sensiblement de ceux que contient le Mémoire cité, soit au sujet des reins primitifs, soit à l'égard des sinus contractiles de la nuque et du pied. Dans une série de recherches faites à l'aide de la méthode des coupes et des reconstructions, je me suis spécialement attaché à l'étude de l'origine première et de la structure des divers organes rénaux du genre *Helix*. L'origine des reins primitifs se trouve dans des invaginations du feuillet ectodermal; l'examen des séries de coupes faites à travers des embryons qui présentent encore le bourrelet voilier ne laisse subsister aucun doute au sujet de cette provenance, qui ne concorde donc point avec l'origine mésodermale que M. Rabl admet pour les pulmonés aquatiques. Ces enfoncements s'allongent d'abord en arrière, puis se recourbent en haut, et ensuite légèrement en avant. Ceci ne veut pas dire que la partie la plus interne de l'organe ne puisse se former avec la coopération des grosses cellules mésodermales avoisinantes. Il semble difficile, sinon impossible, d'arriver à trancher cette question; mais la partie principale de l'organe dérive sans aucun doute de l'ectoderme. Les parois de cet organe tubulaire sont formées de grosses cellules munies de noyaux volumineux et rayonnant autour du canal central. Aucune de ces cellules ne prend un développement prédominant, en sorte que nous ne trouvons ici rien d'analogue aux cellules gigantesques que M. Rabl croit avoir vues chez les pul-

([1]) Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Pasteur, qui voudra bien, ainsi que ses collaborateurs habituels, MM. Chamberland, Roux et Loir, agréer tous mes remerciements.

monés aquatiques. La paroi a, du reste, tous les caractères d'un épithélium régulier, et il ne saurait être question d'un canal endocellulaire que l'auteur cité a décrit chez le Planorbe. L'existence d'un orifice externe largement béant ne saurait être mise en doute. L'extrémité interne de l'organe est bien difficile à discerner au milieu des cellules mésodermiques qui l'entourent; néanmoins je crois m'être assuré sur mes coupes de l'existence d'un orifice interne, qui m'a même paru muni de quelques cils vibratiles dirigés en arrière; ce serait donc un pavillon analogue à celui que M. Fol à découvert chez les Pulmonés aquatiques et que M. Jourdain a vu également chez les Limaces.

» Je n'ai pas vu que le rein primitif fût en relation avec le voile, comme M. Sarasin le décrit pour les larves du genre *Bithynia*. Une fois fixé sur la provenance du rein primitif, il importe de la comparer à celle du rein véritable. Il résulte de mes recherches que, chez Helix, ce dernier organe est une combinaison de deux blastèmes distincts, mais contemporains. Il se produit une invagination ectodermale de la paroi de la cavité paléale et une autre formation uniquement mésodermale dans son voisinage immédiat. Ces deux parties se joignent de très bonne heure, entrent en communication et, à partir de ce moment, ne sont plus à distinguer l'une de l'autre. Le rein croît alors rapidement et se recourbe en forme de S de lettre. Son extrémité externe débouche au fond d'un repli ou d'une rigole dans la cavité paléale, tandis que l'autre extrémité vient s'ouvrir largement dans la cavité du péricarde, cavité qui se creuse au milieu des cellules mésodermales de la partie postérieure de la larve.

» Les relations au rein avec le péricarde et l'origine embryonnaire de ce dernier organe méritent une attention toute spéciale, car la solution des diverses questions théoriques soulevées dernièrement de divers côtés sur la morphologie générale du type Mollusque en dépend en grande partie. D'après M. Grobben, il faudrait voir dans la cavité du péricarde un dernier reste du célome primitif. Ne devrait-on pas plutôt, d'après ce qui précède, la considérer comme la cavité d'un somite se creusant dans le mésoderme de la partie postérieure de la larve? Celle-ci serait dès lors comparable à celle d'un Annélide, d'un Polygordius par exemple; seulement, chez Helix, au lieu d'une chaîne de somites nombreux, nous n'en verrions se former qu'un seul à la suite du premier : le Mollusque ne posséderait jamais que deux somites. Les reins primitifs représenteraient l'organe excréteur du premier somite, et le rein définitif celui du second. Il semblerait dès lors possible d'établir sur cette base un lien de parenté étroit entre les Mollus-

ques et les Annélides, mais d'une manière différente des tentatives faites jusqu'à ce jour ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur la spermatogénèse et sur les phénomènes de la fécondation chez les* Ascaris megalocephala. Note de M. P. **Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'organe mâle de l'*Ascaris megalocephala* adulte consiste en un tube qui mesure environ $1^{mm},10$, et qui, au point de vue histologique, se divise en cinq régions que, faute de place, je ne puis décrire ici.

» Pour suivre toutes les phases du développement des spermatozoïdes, il faut non seulement étudier l'organe mâle dans toute sa longueur chez l'adulte et chez des jeunes individus à différents états de croissance, mais il faut encore suivre les modifications que subissent les éléments fécondateurs dans l'organe de la femelle.

» Les *spermatospores*, issus de la paroi de la région aveugle, sont constitués par un protoplasme homogène, extrêmement transparent, et possèdent un noyau. Les spermatospores augmentent en volume et, par division nucléaire, donnent naissance à quatre *protospermatoblastes* qui s'isolent. Ces derniers produisent une deuxième génération de cellules (les *deutospermatoblastes*) par division nucléaire. Chez les jeunes individus, les *protospermatoblastes* en voie de prolifération, ou *deutospermatogemmes*, présentent au centre une masse qui n'est pas utilisée pour la formation des *deutospermatoblastes*, mais qui joue le rôle de réserve nutritive : c'est le *blastophore*. Chez les individus adultes, au contraire, le *blastophore* est très réduit et fait quelquefois complètement défaut.

» Les *deutospermatoblastes*, après qu'ils se sont isolés, sont constitués par un protoplasma homogène, et possèdent un noyau. Ils augmentent peu à peu de volume et, quand ils atteignent un diamètre de 6^{μ}, leur protoplasme devient finement granuleux. Quand leur diamètre est environ de 18^{μ}, c'est-à-dire à peu près égal à celui qu'ils auront quand ils seront éjaculés, les *deutospermatoblastes* se segmentent en deux. A partir de ce moment, leur protoplasme se remplit de granulations réfringentes. Avant de passer dans la vésicule séminale, les *deutospermatoblastes* présentent un phénomène des plus intéressants. Toutes ces cellules, de forme sphérique, se

---

([1]) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire d'Embryogénie de l'Université de Genève.

conjuguent deux à deux. On les trouve d'abord réunies deux par deux, et simplement juxtaposées; leur adhérence devient ensuite de plus en plus grande, à mesure que leur surface en contact s'accroît. Bientôt elles présentent l'aspect d'un ovoïde étranglé en son milieu; à ce moment, les deux noyaux se rejoignent au centre et se fusionnent. A partir de ce moment, l'étranglement central s'accentue de nouveau de plus en plus, et les deux cellules tendent à s'isoler; mais, avant que cet isolement se produise, on voit, au point de contact des deux sphères, chacune de celles-ci engendrer un corps transparent, pourvu seulement de deux ou trois petites granulations réfringentes et qui rappellent tout à fait, par leur aspect, les globules polaires; je les désigne sous le nom de *corpuscules de rebut*. Ces corpuscules sont intimement réunis l'un à l'autre, et leur surface en contact présente une petite éminence et une petite excavation dans laquelle pénètre l'éminence du corpuscule correspondant. A ce moment les deux *deutospermatoblastes* conjugués et leurs *corpuscules de rebut* présentent assez bien l'aspect d'un haltère. Quand ces corpuscules sont entièrement formés, les deux sphères se séparent, et les corpuscules transparents restent unis deux à deux. Ce n'est que plus loin qu'on les voit se désunir, se gonfler et, finalement, disparaître entièrement.

» Les *deutospermatoblastes* sont alors introduits dans les organes de la femelle. Ce sont des cellules sphériques, de 18^{μ} à 19^{μ} de diamètre, constituées par un protoplasme rempli de granulations réfringentes, rappelant les granulations vitellines, et pourvues d'un noyau facilement colorable.

» Dans les organes femelles, les granulations réfringentes ou nutritives diminuent peu à peu, puis disparaissent. En même temps, les deutospermatoblastes se déforment. A ce moment, leurs formes sont tellement variées, qu'on serait tenté de croire qu'ils sont le siège de mouvements amiboïdes; toutefois, si ces mouvements existent, ils sont extrêmement lents, car un même deutospermatoblaste, examiné à plusieurs heures d'intervalle, m'a donné, à la chambre claire, deux figures exactement superposables.

» C'est à cette phase que les *deutospermatoblastes* vont se transformer en *spermatozoïdes*. Bien que leurs contours soient extrêmement variés, leur forme dominante est celle d'un cône ou d'une pyramide. C'est à l'intérieur de cette cellule que se forme le spermatozoïde. Celui-ci apparaît comme une différenciation du protoplasme; il est homogène, réfringent et entouré par une mince couche granuleuse, reste du deutospermatoblaste, qui n'a pas pris part à sa formation; *le noyau se trouve constamment en dehors du spermatozoïde*. Le spermatozoïde a d'abord la forme d'un cylindre arrondi

à ses deux extrémités, mais sa surface ne tarde pas à se tordre en spirale, en même temps qu'une de ses extrémités s'élargit tandis que l'autre s'amincit; si bien que, finalement, il présente la forme d'un cône dont la surface aurait été taraudée. A cet état, le spermatozoïde est mûr.

» *Fécondation.* — Je ferai connaître, dans un Mémoire spécial, l'ovogénèse. Au moment de la fécondation, l'ovule est entourée par une première coque (*zone finement striée*). Le spermatozoïde s'applique par sa base à la surface de cette zone. Le vitellus se contracte légèrement; en même temps, les corpuscules vitellins se rassemblent au centre. Le spermatozoïde traverse la zone finement striée, sans qu'il soit possible de voir de micropyle. Il s'aplatit entre la zone striée et le vitellus, qui, à ce moment, remplit de nouveau complètement la coque. La partie périphérique du vitellus se différencie en une couche que j'appelle *zone granuleuse*, laquelle zone se séparera plus tard complètement de l'œuf et constituera une sorte de kyste adhérent à la zone striée.

» La zone granuleuse en voie de différenciation présente une invagination qui contourne le spermatozoïde. Les granulations vitellines sont fortement condensées au centre, et présentent, dans la direction du spermatozoïde, un cratère par l'ouverture duquel le noyau apparaît sous forme d'une magnifique étoile (*pronucleus femelle*). Une partie du spermatozoïde s'avance à l'intérieur du vitellus, sous forme d'un fuseau (*pronucleus mâle*) finement strié pourvu de bâtonnets à l'équateur. Une des extrémités de ce fuseau touche encore la partie du spermatozoïde qui ne prend pas part à la fécondation, l'autre extrémité se dirige vers le *pronucleus femelle*, et la conjugaison des deux noyaux s'opère. La zone striée s'entoure ensuite d'une *couche externe*. Puis on constate un second retrait du vitellus, et la formation du globule polaire.

» Je me suis contenté ici d'exposer brièvement les faits sans faire ressortir ce qu'ils présentaient de nouveau, ni sans chercher à en donner une application et à les rattacher aux faits déjà connus. Je renvoie pour cela au Mémoire que je publierai prochainement. »

PALÉONTOLOGIE. — *Du* Simœdosaure, *reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims.* Note de M. VICTOR LEMOINE, présentée par M. A. Gaudry.

« Le nom générique de *Simœdosaure* a été créé par Paul Gervais pour quelques pièces osseuses que nous lui avions communiquées. Au bout de

douze ans de recherches, nous sommes arrivé à reconstituer à peu près complètement le squelette de ce singulier reptile, dont les caractères sont si différents de ceux des autres Lacertiliens qu'il nous paraît devoir constituer le type d'une nouvelle famille, celle des Simœdosauriens.

» La tête, dans sa partie antérieure, présente un allongement de son diamètre antéro-postérieur, en même temps qu'un rétrécissement tout spécial de son diamètre transversal, qui lui donne beaucoup d'analogie, comme aspect, avec le Gavial.

» Le prémaxillaire et le susmaxillaire offrent une rangée de dents coniques, lisses et unies dans leur partie supérieure, striées vers leur base, quie st creusée d'une encoche pour les dents de remplacement. La base de la dent est soudée dans une dépression alvéolaire cloisonnée. Le palatin présente, comme chez le Sphénodon (*Hatteria* ou Rhynchocéphale), une rangée de dents, mais ces dents sont fort petites. Le ptérygoïde offre, comme chez l'Iguane, de petites dents, mais en rangées multiples. Le *quadratum* est semi-lunaire.

» La mâchoire inférieure, fort déprimée dans sa région postérieure (articulaire, angulaire) et très grêle dans la partie postérieure du dentaire surmontée de fort petites dents, présente ensuite une longue commissure avec des dents subitement plus volumineuses.

» Les vertèbres sont amphicœliques, mais à extrémités peu concaves. Les arcs neuraux sont complètement distincts. L'atlas est formé de trois pièces, les deux pièces latéro-supérieures paraissant réunies par une partie simplement ligamenteuse. L'axis est constitué par quatre pièces; son corps présente, à son extrémité antérieure, deux surfaces, l'une pour l'insertion d'une apophyse odontoïde, large et surbaissée, l'autre pour une pièce complémentaire inférieure. L'apophyse épineuse, crénelée sur ses bords, présente en arrière une dépression où devait se loger l'apophyse épineuse de la vertèbre cervicale suivante. Les vertèbres cervicales ont des apophyses épineuses unciforme, et un double tubercule d'insertion pour la tête de la côte correspondante. Les deux tubercules d'insertion tendent à se confondre de plus en plus complètement sur les vertèbres dorsales dont l'apophyse épineuse est droite et saillante. Les deux vertèbres sacrées, le plus souvent complètement soudées l'une à l'autre et avec leurs arcs neuraux, ont une apophyse épineuse épaisse et quadrilatère et de larges cupules latérales destinées à recevoir les deux pièces costoïdales qui, d'une autre part, vont se fixer par une extrémité élargie sur l'os iliaque. Les vertèbres caudales sont bien remarquables par le développement de leur corps

creusé de sillons antérieur et latéraux, par la saillie de leur apophyse épineuse et le développement de leurs os en chevron.

» Les côtes, légèrement courbes, formées de deux moitiés bien distinctes, offrent deux tubercules articulaires nettement séparés dans la région cervicale et tendant à se confondre complètement dans la région dorsale. Le sternum semble formé de deux moitiés latérales bien séparées.

» Le scapulum et le coracoïde sont larges, courts, simples, sans aucun prolongement. L'humérus, le radius et le cubitus, d'une conservation parfaite, rentrent dans le type normal des mêmes os des Lacertiliens, mais avec cette remarque que les extrémités articulaires sont relativement simples et arrondies. L'articulation de l'épaule est remarquable par son étendue dans le sens longitudinal et son étroitesse dans le sens transversal. Les os de la main rentrent également dans le type Lacertilien. Les métacarpiens sont relativement courts; leur extrémité proximale est arrondie. Les premières phalanges, courtes à la main, allongées au pied, ont à leur extrémité proximale une cavité articulaire suivie d'une sorte de talon.

» Des trois os du bassin, le pubis et l'ischion sont courts et simples. L'iléon est plus développé, surtout suivant le diamètre antéro-postérieur de son extrémité supérieure. Le membre postérieur semble relativement plus volumineux que le membre antérieur. Le fémur, le tibia, le péroné et les divers os du pied rentrent dans le type Lacertilien, mais toujours avec des extrémités articulaires plus arrondies et plus simplifiées.

» La conformation de l'articulation de la hanche indique une prépondérance des mouvements de latéralité en rapport avec les habitudes aquatiques, annoncées également par la constitution de l'articulation de l'épaule et par le développement de la région caudale. La forme spéciale et la multiplicité des dents, surtout destinées à retenir la proie et une proie glissante, sembleraient indiquer que l'animal se nourrissait surtout de poissons.

» Cette hypothèse semblerait confirmée par la présence, dans un coprolithe, de débris de poissons.

» Nous n'avons pas besoin d'insister, d'autre part, sur l'ensemble des caractères qui rattachent intimement ce reptile tertiaire aux vertébrés du même groupe de la période secondaire. La longueur du type le plus répandu du Simœdosaure semble pouvoir être évaluée à $2^{m},30$ ou $2^{m},50$. Certaines pièces osseuses paraissent indiquer que ce reptile pouvait atteindre, comme dimensions, 4^{m} à 5^{m}. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la valeur morphologique des massifs libéro-ligneux corticaux des tiges des Calycanthées.* Note de M. **Oct. Lignier**, présentée par M. Duchartre.

« On connaît depuis longtemps déjà l'anomalie que présentent les tiges des Calycanthées, anomalie qui est constituée par la présence dans le parenchyme cortical de quatre massifs libéro-ligneux, dans chacun desquels le bois est extérieur et le liber intérieur. Jusqu'à ce jour on n'a donné de leur valeur morphologique aucune explication satisfaisante; Mirbel les rapprochait des faisceaux angulaires des Labiées. Gaudichaud et Tréviranus, se basant sur ce qu'ils fournissent les faisceaux latéraux des pétioles, les comparaient aux massifs libéro-ligneux extérieurs des Sapindacées; en dernier lieu M. Woronin, à la suite d'une étude anatomique plus complète, émit l'opinion qu'ils sont peut-être comparables aux faisceaux libéro-ligneux décrits par M. Crüger dans le parenchyme cortical des *Rhynchosia*.

» Pour déterminer la valeur morphologique des massifs libéro-ligneux corticaux des Calycanthées, nous avons successivement étudié leur parcours dans une tige quelconque, la différenciation des tissus de cette tige, les rapports de ces massifs corticaux à la base d'une tige quelconque et à la base de la tige principale. Dans chacune de ces séries de recherches le choix des échantillons et leur étude ont été soumis à une critique rigoureuse.

» L'étude du parcours des massifs corticaux nous a montré : 1° qu'ils forment quatre cordons parallèles entre eux et avec le cylindre central, le long de tous les entre-nœuds; 2° que ces quatre cordons passent directement d'un entre-nœud dans le suivant; 3° qu'au niveau du nœud intermédiaire ils émettent sur leurs flancs des lobes libéro-ligneux dont les uns constituent des commissures transversales reliant entre eux ceux des cordons qui sont situés du même côté du plan de symétrie des appendices [1], et dont les autres sortent dans les pétioles et y forment les petits faisceaux latéraux [2]. Ce dernier point, déjà constaté par Gaudichaud et

[1] Sur toutes les tiges de Calycanthées les appendices sont disposés deux par deux en verticilles alternes.

[2] Une section transversale médiane du pétiole présente toujours trois faisceaux, dont un gros médian et deux petits latéraux.

M. Woronin, élimine de suite l'opinion récemment émise, d'après laquelle les faisceaux latéraux du pétiole sortiraient directement du cylindre central de même que son faisceau médian; 4° qu'au niveau de ce nœud *chacun d'eux reçoit* EN MONTANT *un lobe libéro-ligneux émis* EN MONTANT *par le gros faisceau médian du pétiole après sa sortie du cylindre central;* 5° qu'il existe dans le coussinet un réseau anastomotique entre le système émis par les cordons corticaux et celui qui est émis par le cylindre central; 6° que *jamais* il n'existe d'anastomose directe entre les cordons corticaux et le cylindre central.

» L'étude méthodique de la différenciation des tissus dans le bourgeon terminal nous a montré que toujours le système des faisceaux corticaux apparaît et se différencie postérieurement à celui du cylindre central, les cordons corticaux se formant, à chaque niveau, aux dépens de quelques cellules du parenchyme cortical. Jamais dans cette étude et à aucun niveau du bourgeon nous n'avons pu reconnaître, soit autour du cylindre central, soit autour des cordons corticaux la couche cellulaire désignée sous le nom d'*endoderme*.

» Les cordons corticaux existent toujours dans l'entre-nœud d'insertion d'une tige quelconque, et leur insertion se fait sur les deux cordons voisins de la tige support.

» Un embryon pris dans une graine mûre ne présente encore aucune trace de système cortical. Plus tard, dans l'embryon germé, l'axe hypocotylé ne présente jamais de cordons corticaux; le nœud cotylédonaire possède seulement *la partie du système cortical qui est fournie par les faisceaux que le cylindre central émet dans les pétioles*, les entre-nœuds et les nœuds supérieurs de la tige principale montrent le dispositif de la tige adulte.

» De tout ce que nous venons de dire, il résulte : 1° que les cordons corticaux du premier entre-nœud de la tige principale sont formés uniquement par des lobes issus des faisceaux médians des cotylédons et que, dans tous les nœuds successifs de la tige principale, ces cordons reçoivent l'appoint de lobes issus également des faisceaux médians sortants et de la même manière; 2° que ces cordons émettent au niveau des nœuds chacun un faisceau sortant vers le pétiole voisin (faisceaux latéraux des pétioles).

» Des faits très semblables se retrouvent parmi les Lécythidées, chez le *Gustavia angusta;* mais, tandis que dans cette plante, en raison du rapprochement des nœuds et de la dispersion des appendices suivant le cycle $\frac{2}{5}$, les faisceaux corticaux demeurent isolés les uns des autres; au contraire,

chez les Calycanthées, en raison du grand allongement des entre-nœuds et de la disposition des appendices deux par deux en verticilles alternes, les faisceaux corticaux se réunissent et s'anastomosent en quatre cordons seulement.

» Nous arrivons donc à cette conclusion que *les massifs corticaux des tiges de Calycanthées sont des systèmes composés de faisceaux mettant en rapport les appendices d'un nœud avec ceux des nœuds supérieurs*. De là vient que l'axe hypocotylé qui ne présente pas de nœuds inférieurs, ne présente pas non plus de cordons corticaux et que les pétioles cotylédonaires n'ont pas de faisceaux latéraux.

» Ces particularités dans la distribution, la différenciation et les rapports des faisceaux ne sont pas seulement des faits accidentels : nous avons vérifié leur constance sur un nombre considérable d'échantillons de tous âges et de toutes les espèces, même sur des spécimens où le verticille foliaire présente trois termes au lieu de deux. »

M. L. Jaubert adresse une Note relative à des lueurs atmosphériques, observées le lundi 17 mars, vers 4 heures et demie du matin.

M. le Secrétaire perpétuel fait observer que la Note adressée à l'Académie par M. *A.-J. Cownley*, dans la séance précédente (p. 636), avait pour objet d'établir que le chimiste anglais avait démontré le premier, en 1876, dans *The pharmaceutical Journal and Transactions*, que la brucine pure ne se transforme pas en strychnine, contrairement à une assertion publiée antérieurement en Allemagne.

M. le Secrétaire perpétuel signale également une erreur commise dans l'indication relative à une lettre de Méchain (p. 607) : M. *François Lefort*, inspecteur général des ponts et chaussées, qui a bien voulu offrir cette lettre aux archives de l'Académie, est le petit-gendre et non le petit-fils de J.-B. Biot et le légataire de ses manuscrits.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par la mort de M. *L. Breguet*, présente à l'Académie la liste suivante :

En première ligne.	M. l'Amiral DE JONQUIÈRES.
En deuxième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*.	M. L. CAILLETET. M. LAUSSEDAT. M. E. TISSERAND.
En troisième ligne	M. TRÈVE.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 MARS 1884.

Exploration de l'Afrique équatoriale; Credo *d'un vieux voyageur; par* A. D'ABBADIE. Rome, Société italienne de Géographie, 1884; br. in-8°.

Muséum d'Histoire naturelle. Leçons de Pathologie comparée. La nature vivante et la contagion. Contagiosité de la tuberculose; par H. BOULEY, 1882-1883. Paris, Asselin et Cie, 1884; in-8°.

Souvenirs d'un voyage au Soudan; par F. DE LESSEPS. Paris, *Nouvelle revue*, 1884; br. in-8°.

L'Abyssinie; par FERDINAND DE LESSEPS. Paris, *Nouvelle revue*, 1884; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro, publiées par L. CRULS, t. II : *Observations et Mémoires*, 1882. Rio-de-Janeiro, typogr. Lombaerts, 1883; in-4° relié. (Présenté par M. Faye.)

Les raisins secs, leur commerce et l'industrie de leur vin; par J. AUDIBERT. Paris, J, Michelet, sans date; br. in-8°.

Muscologia gallica. Descriptions et figures des mousses de France et de quelques espèces des contrées voisines; par T. HUSNOT; 1[re] livraison, Paris, F. Savy; Cahan, T. Husnot, 1884; in-8°.

Résurrection des cholériques. Précautions à prendre contre la mort apparente; par le D[r] A. NETTER. Nancy, Husson-Lemoine; Strasbourg, A. Netter, 1884; br. in-8°.

Supplément à la Géométrie élémentaire; par L. GUION. Paris-Auteuil, imp. des Apprentis orphelins, 1883; br. in-8°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER, t. III, liv. 3. Paris, Hermann; Berlin, Mayer et Müller; Stockholm, Beijer, 1884; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

ERRATA.

(Séance du 3 mars 1884.)

Page 570, équation (1), *au lieu de* $Hr + (K + H)s + \ldots$, *lisez* $HKr + (K + H)s + \ldots$
Mêmes corrections aux équations (2) et (3) de la même page.
Page 571, ligne 5, *au lieu de* Q_{2i}, *lisez* Φ_{2i}.

(Séance du 10 mars 1884.)

Page 618, ligne 29, *au lieu de* atmosphérique, *lisez* astronomique.
Page 619, ligne 32, *au lieu de* 1873, *lisez* 1783.